46594 B

Gold 1868

First edition
no title w val

RAPPORTS

DE L'AIR

AVEC LES ÊTRES ORGANISÉS

OU

TRAITÉS de l'action du poumon et de la peau des animaux sur l'air, comme de celle des plantes sur ce fluide.

TIRÉS des Journaux d'observations et d'expériences de Lazare Spallanzani, avec quelques Mémoires de l'Éditeur sur ces matières.

PAR JEAN SENEBIER,

Bibliothécaire de Genève, Membre de diverses Académies et Sociétés savantes, et Correspondant de l'Institut national.

ἐκπνοον καὶ εἰσπνοον ὅλον το σωμα.

HIPOCRATIS EPIDEMIC., liv. VI, § 6.

Tout le corps expire et inspire.

TOME PREMIER.

A GENÈVE,

Chez J. J. PASCHOUD, Imprimeur-Libraire.

1807.

THIS BOOK IS NO LONGER
THE PROPERTY OF THE
UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

Ouvrages du même Auteur qui se trouvent chez le même Libraire.

Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences, 3 vol. in-8, 10 l.

Mémoire sur la vie et les écrits du professeur Desaussure, 1 vol. in-8, 2 l. 10 s.

Mémoire sur l'influence de l'air et de diverses substances gazeuses dans la germination des différentes graines, 1 vol. in-8, 2 l. 10 s.

Mémoire sur la respiration, par Spallanzani, traduit en françois, 1 vol. in-8, 3 l. 12 s.

Physiologie végétale, contenant une description anatomiques des organes des plantes, 5 vol. in-8, 21 l.

Wellcome Library

57571.

PRÉFACE.

Enfin voici la suite des Mémoires de Spallanzani sur la respiration, que j'avois annoncée comme très-prochaine, lorsque je publiai les trois premiers, au commencement de l'an XI; mais je comptois alors recevoir incessamment les Journaux de ce grand Naturaliste, dont on m'avoit appris l'envoi, et je le disois dans la préface que j'avois mise à cet ouvrage; cependant je ne les ai réellement reçus que huit ou dix mois après. Ce n'est pas tout, en étudiant ces journaux pour les rédiger, je me suis aperçu que je n'avois pas encore tous ceux qui m'étoient nécessaires, et je n'ai pu en obtenir qu'une partie à la fin du mois de Mars 1805. Je ne parle pas des causes singulières de tous ces délais, parce qu'elles n'ont rien de commun avec l'ouvrage que je présente ici au public.

La nature même de ces journaux offre encore une nouvelle cause du retard de cet ouvrage. Les expériences multipliées que

Spallanzani avoit faites sur la foule des animaux différens et des plantes diverses dont il s'étoit occupé sous un grand nombre de points de vue variés, quoique relatifs à la respiration seule n'étoient suivies, ni sur chacun de leur genres et de leurs espèces, ni même de leurs buts particuliers; toutes ces expériences étoient isolées et placées sans ordre l'une après l'autre, suivant les jours du mois et l'heure du jour où Spallanzani avoit pensé de les faire; de sorte que, pour tirer parti de ces onze à douze mille expériences, répandues dans plusieurs volumes, il m'a fallu en faire une table raisonnée, pour mettre ensemble les expériences qui se rapportoient à chaque objet particulier, les ramener ensuite à un certain ordre, et choisir enfin entre les expériences et les observations qui étoient parfaitement semblables; celles qui m'ont paru les plus concluantes : Spallanzani n'a jamais épargné ni son tems, ni sa peine pour découvrir la vérité; il en connoissoit le prix, et il vouloit toujours l'avoir toute entière.

On comprend aisément, qu'entre plusieurs expériences faites sur le même objet, il y en a toujours quelques-unes qui varient; alors il m'a fallu choisir encore entre ces variétés celles qui étoient les plus instructives, surtout lorsque l'on a pu découvrir leurs causes et les

distinguer ainsi de celles qui sont purement accidentelles, afin de profiter de la lumière que les premières pouvoient fournir, et négliger pour l'ordinaire les autres sans scrupule; ce que l'on peut pourtant connoître par de certains rapports que les variétés utiles conservent entre la plupart des autres expériences analogues, et les lois que la nature paroît observer. Il étoit cependant nécessaire d'expliquer les expériences douteuses par celles qui m'ont paru sans réplique, quand elles offroient des résultats importans, ou quand elles pouvoient répandre quelque jour sur les autres. Je devois encore concentrer ces rayons dispersés vers le but général que les travaux immortels de ce savant infatigable laissent apercevoir. Enfin j'ai dû méditer moi-même ce sujet, l'étudier avec soin pour pouvoir présenter avec plus de confiance les résultats généraux que les recherches profondes de Spallanzani pouvoient offrir à la science.

Après cet exposé, on peut aisément comprendre, que l'entreprise que j'ai formée est au moins téméraire, et qu'il n'y avoit guères que mon attachement pour l'auteur de ces expériences et la promesse que je lui avois faite, de publier en françois ses travaux, quand il les auroit rédigés, qui aient pu m'engager

à faire connoître à présent les expériences qu'il avoit faites avec leurs résultats; ce qui me semble offrir encore, dans les journaux mêmes de ce naturaliste, où toutes ces expériences et ces observations sont consignées, le plus beau et le plus important de tous ses ouvrages.

Pour tirer parti de l'immense collection de faits que j'ai eue entre les mains; je me suis prescrit l'ordre général que Spallanzani avoit adopté dans les trois premiers *Mémoires sur la respiration,* qu'il avoit finis, et que j'ai traduits fidèlement d'après son manuscrit. Je ne doute pas qu'il n'eût suivi le même ordre dans ceux qu'il se proposoit de composer, et j'ai cru devoir le préférer à tout autre.

J'ai été un moment embarrasé sur la manière dont je m'exprimerai dans ces nouveaux mémoires, mais enfin, pour éviter des périphrases désagréables par elles-mêmes, et qui le seroient devenues bien davantage par leur fréquence, j'ai pris le parti de faire toujours parler Spallanzani lui-même, comme s'il avoit été le rédacteur de ces mémoires; et j'ai pris ce parti d'autant plus volontiers que je me suis souvent servi de ses expressions. Je n'imiterai sûrement ni son élégance, ni sa clarté; mais j'ose croire que j'ai rendu avec vérité tout ce

que j'ai appris en étudiant ses journaux, et comme je me suis proposé de joindre quelques mémoires à ceux de Spallanzani pour remplir plus exactement le plan qu'il auroit suivi, et pour faire remarquer des rapports et des conséquences qui naissoient naturellement de ses expériences, je les ai séparés du reste pour éviter le risque de faire attribuer à un grand homme la foiblesse des conceptions et des idées d'un éditeur qui s'est peu occupé de physiologie animale, et qui ne prétend nullement au génie, au savoir et à la grandeur des vues de celui dont il aime publier les belles et importantes découvertes.

En méditant sur les journaux d'expériences de ce profond physiologiste, j'ai eu l'occasion fréquente de remarquer son amour opiniâtre pour la vérité et ses rares talens pour la découvrir. Il n'y a aucune des expériences renfermées dans les Mémoires suivans, que ce Naturaliste, justement célèbre, n'ait répété plusieurs fois de la même manière, ou avec des circonstances différentes; il n'y a aucune de ces expériences répétées, dont il n'ait discuté avec scrupule les différences, lorsqu'il y en a eu, et dont il n'ait cherché la cause avec inquiétude, jusques à ce qu'il l'eût trouvée; tout comme il n'y a aucune de celles dont

il a varié les conditions dont il n'ait examiné avec soin toutes les circonstances pour en déterminer l'importance et en tirer la lumière qu'elle pouvoit offrir.

On aime le voir revenir des idées qu'il s'étoit faites sur les causes des phénomènes, quand les faits lui montrent qu'elles n'avoient pas été solidement établies. On le suit avec intérêt dans ses calculs pour estimer la valeur de ses expériences et de ses observations, d'après les circonstances, où elles ont été faites, le degré de soin qu'il y a apporté et l'intensité d'attention qu'il y a mis. On est souvent porté à se plaindre de la sévérité de ses jugemens sur ses opérations, et de son impatience quand il croit avoir mal opéré : cela pourroit servir d'excuse aux critiques qu'il se plaît à faire de ceux qui ont traité les mêmes sujets que lui, et qui ont eu le malheur de se tromper : on peut aisément soupçonner qu'il se croyoit dispensé pour les autres des égards, qu'il ne savoit pas avoir pour lui-même ; n'ayant des yeux que pour la vérité, il auroit cru lui manquer, s'il avoit ménagé ceux qui ne l'avoient pas su voir ; mais aussi il ne leur laisse aucun doute sur leurs fautes ; il leur démontre leur erreur et il leur en fait toucher la cause.

D'un autre côté, on ne peut s'empêcher d'admirer sa patience dans la répétition des expériences importantes, ou de celles qui pouvoient être relatives à des sujets controversés; elles ont eu beau lui demander beaucoup de temps et de peine; elles ont eu beau être infiniment dégoûtantes, il les recommence toujours, et les recommence lors même qu'il est sûr d'avoir bien vu, et qu'il peut croire que ses expériences ont été bien faites : il est vrai qu'il avoit souvent remarqué l'utilité de ces répétitions, non-seulement pour obtenir de nouvelles preuves de la vérité des expériences répétées, mais surtout pour recevoir de nouvelles instructions, par les observations nouvelles qu'il savoit faire en les répétant, et par les nouvelles réflexions que la présence de l'objet lui procuroit. Il ne quittoit aussi jamais qu'à regret les sujets qu'il avoit le plus tourmenté, parce qu'il craignoit sans cesse de ne les avoir pas encore épuisé.

Enfin ce qui m'a le plus étonné dans les recherches de Spallanzani, et surtout dans les Journaux de ses expériences que j'ai eus sous les yeux, c'est cet ordre sévèrement logique qu'il met dans les idées qui le dirigent et les opérations qu'il exécute. En vain, il suit de front divers objets, sa marche est toujours régulière

pour chacun, elle n'est jamais interrompue par des écarts, à moins qu'il ne rencontre des obstacles insurmontables, ou qu'il ne soit forcé de prendre des chemins détournés pour les vaincre; c'est un fil qu'il semble dérouler sans peine, et lorsqu'il se trouve arrêté par quelque obstacle, alors, supérieur à lui-même, il trouve le moyen, ou de se faire une route au travers des difficultés qui suspendoient sa marche, ou de dénouer habilement le nœud qui retardoit la suite de ses opérations.

On pourra retrouver ces différens traits de sagacité, d'adresse, de patience et de génie dans cet ouvrage, où j'ai rassemblé et décrit les principales expériences rapportées dans les journaux d'expériences d'où je les ai tirées.

Ces Mémoires présenteront une nouvelle manière d'étudier les animaux, de nouveaux rapports à saisir pour faire leur histoire, des chapitres originaux à introduire dans leur physiologie et de grandes vues à ajouter à celles qui forment cette sicence. On sentira, en lisant cet ouvrage, qu'on ne connoissoit pas, à beaucoup près, les rapports de l'air avec le règne animal : on y verra que Spallanzani ouvre une nouvelle carrière aux Naturalistes et aux Médecins; qu'il fournit des données pour expliquer divers phénomènes sans solu-

tion, et qu'il conduit à la recherche de ces grands faits qui dévoileront peut-être les mystères de l'assimilation et ceux de la permanence des lois de la nature dans l'économie animale. Des hommes plus savans que moi dans cette belle science agrandiront davantage ce vaste horizon, et sentiront encore mieux que moi le grand prix de cet ouvrage précieux.

Je sais qu'il y a de grands physiologistes qui n'aiment point cette marche lente de l'analise pour arriver aux vérités capitales, qu'ils énoncent; sans doute on peut et l'on doit les croire sur leur parole, parce qu'ils ont fait pour eux ce grand travail qu'ils cachent aux autres; mais n'est-ce pas un beau spectacle à présenter aux hommes qui pensent, que celui des pas tracés par le génie pour arriver à la vérité? N'est-ce pas une grande leçon donnée aux amis de la vérité pour leur apprendre à la trouver? N'est-ce pas enfin une suite de démonstrations qui supprime tous les doutes et fait avancer sûrement la science.

J'ai changé le titre de cet ouvrage, parce qu'il n'offre pas seulement des observations et des expériences sur la respiration des animaux; mais parce qu'il montre l'action de l'air sur le poumon, avec celle qu'il exerce sur

toutes les parties de l'animal pendant sa vie et après sa mort; d'ailleurs on y trouvera encore des recherches du même genre sur les plantes: de sorte que l'on y pourra suivre réellement divers rapports de l'air atmosphérique avec tous les êtres organisés.

Quoique je ne croie pas m'être écarté du vrai dans tout ce que je viens de dire, je pense qu'il est encore nécessaire de rappeler ici au lecteur que, quelque considérable que soit la masse des faits réunis dans les Mémoires que je publie, elle auroit été sûrement accrue par Spallanzani, et l'on verra bientôt que la collection n'est pas complète; que tous les sujets n'y sont pas traités avec la même étendue; qu'il y a quelques parties d'où la lumière ne jaillit pas avec la même abondance et la même clarté que le plus grand nombre des autres, et l'on pleurera davantage ce grand homme qui étoit peut-être seul capable de finir ce qu'il avoit si heureusement commencé.

Enfin, pour éviter des répétitions inutiles, je suppose qu'on connoît tout ce que Spallanzani a déjà dit sur ses procédés eudiométriques et sur ses moyens de calculer les absorptions et les productions des gaz opérées pendant les expériences qu'il a faites, parce qu'il a constamment suivi la même méthode

décrite dans le premier des trois Mémoires déjà publiés.

Je me suis toujours permis de faire les réflexions propres à servir d'introduction aux Mémoires, de même que celles qui pouvoient servir à lier leurs paragraphes entr'eux; mais je ne dissimulerai point que je me suis peut-être permis des écarts d'imagination dans l'explication de quelques phénomènes; cependant, comme on ne les trouvera que dans des Mémoires particuliers qui porteront mon nom, j'ai pensé que je pouvois les proposer sans danger, parce qu'ils m'ont paru propres à exciter l'attention des physiologistes sur ces sujets importans. Je dois aussi avouer qu'en faisant ce travail j'ai souvent déploré mon ignorance sur cette partie des sciences physiques qui devroit fixer tous les regards, parce que j'ai vivement senti que l'on pouvoit trouver, surtout dans les animaux et les plantes, qui sont certainement les chefs-d'œuvre de la création, et qui paroissent avoir les rapports les plus nombreux avec tous les autres êtres, l'expression directe de ces lois souveraines établies pour régir l'Univers.

Je ne dirai qu'un mot sur l'épigraphe tirée d'Hipocrate, que j'ai mise à la tête de ce livre : en parcourant l'édition que le célèbre

Corai a donnée des *Epidémies* du Père de la Médecine, je fus frappé de ce passage qui me présenta nettement, dans quelques, mots toutes les découvertes de Spallanzani ; mais je suis bien éloigné d'imaginer qu'Hipocrate ait jamais pensé au sens que je lui donne, et l'on ne sauroit le trouver ni dans la doctrine de ce Médecin philosophe, ni encore moins dans le lieu où je l'ai pris, j'ai cité l'édition de Foesius, *folio, Francofurti ad Mœnum, 1620, pag. 1190 ;* elle est plus connue que celle de M.r Corai (1).

---

(1) Je me suis servi, pour la réduction des mesures et poids anciens aux mesures et poids nouveaux, des Tables de M. Brisson publiées dans l'an VII.

Depuis l'impression du second volume de cet ouvrage, j'ai lu *Conversations on chemistry*, où j'ai trouvé une explication du frisson qui précède la fièvre, et de la chaleur qui l'accompagne, fort analogue à celle que je croyois avoir découverte.

TRAITÉ
DE LA
RESPIRATION.

MÉMOIRE IV.

De la respiration des Vers de terre.

§ I.

La différence d'organisation du ver de terre *lombricus* (Lin.), quand on le compare avec les limaçons, les limaces, les moules et les huitres, sur lesquels ont été faites les expériences racontées dans les trois premiers Mémoires; l'ignorance profonde où l'on est sur la structure de cet animal; les phénomènes singuliers que l'on a découverts, presque par hasard, sur la respiration de ce ver, devoient engager à s'en occuper, particulièrement sous ce dernier point de vue, et à faire les expériences propres à dévoiler les effets qu'il produit sur l'air.

La plupart des vers que l'on connoît respirent par des trachées ou des branchies : les vers intestinaux, par exemple, ont le premier de ces organes, et quelques vers aquatiques possèdent le second; mais Rhedi et Willis, qui se sont peut-être occupés seuls de l'anatomie du ver de terre, n'ont rien appris de

satisfaisant sur l'organe respirateur de ces animaux ; ils ont à peine formé des conjectures vraisemblables sur sa place ; de sorte qu'il faut attendre de nouvelles recherches pour pouvoir s'en former une idée : mais on sait à présent, par les expériences suivantes, que ces vers n'ont point de stigmates comme les insectes ; qu'on ne leur aperçoit point de branchies, et qu'on leur voit rendre l'air dans le vide par la bouche et par l'anus ; de sorte que l'air pourroit agir chez eux sur des organes qui auroient quelque analogie avec les poumons des animaux qui en sont pourvus, ou de quelqu'autre manière.

Les expériences de Bonnet et de Spallanzani avoient bien prouvé que les vers de terre pouvoient supporter le vide assez long-temps sans périr ; qu'ils vivoient sous l'eau, et même dans l'huile, pendant plusieurs heures, mais qu'ils y périssoient enfin lorsqu'on les forçoit à y rester plusieurs jours : enfin on avoit vu que ces vers mouroient d'autant plus vîte sous les récipiens où on les renfermoit, que ces récipiens étoient plus petits et les vers plus nombreux. Tout cela annonçoit des rapports déterminés entre ces vers et l'air atmosphérique ; et tout cela se trouvoit confirmé par ce que l'on sait de leur histoire.

Ces vers habitent sous la terre, dans des espèces de galeries qu'ils s'y creusent et qui sont assez justes pour n'offrir qu'un cylindre creux qui les touche presque partout ; ils ne peuvent y trouver qu'une quantité d'air fort petite ; mais ils peuvent y changer de place en avançant ou en reculant. On sait de

même qu'il y en a qui se plaisent dans les fumiers : enfin les vers intestinaux vivent dans des retraites où l'air pur n'est pas abondant, où il ne paroît pas se renouveler avec facilité, et où il doit être souillé par les gaz acide carbonique, hydrogène et azote. Il résulte donc de ces expériences, que les connoissances que l'on avoit de l'action que l'air exerce sur les vers de terre étoient au moins très-douteuses, et qu'il étoit important d'y répandre la lumière qui y manquoit : c'est précisément ce que l'on trouvera dans les expériences suivantes.

§ II.

Au milieu de toutes ces incertitudes, il falloit d'abord rechercher directement ce que l'air commun deviendroit quand il seroit en contact avec les vers de terre.

Je pris une poignée de ces vers pour remplir ce but, et je les renfermai avec de la terre humide sous un récipient contenant 85,86 centimètres cubes, ou 4 pouces $\frac{1}{3}$ cubes d'air commun ; je fermai le vase avec du mercure.

Les vers se cachèrent d'abord dans la terre humide que j'avois laissée sous le récipient ; mais je ne tardai pas à voir le mercure s'y élever, ce qui m'annonçoit la diminution de l'air renfermé ; l'élévation du mercure continua très-lentement pendant 13 heures, alors il me parut stationnaire. Les vers sortirent de terre et se promenèrent assez vîte. Enfin, au bout de 26 heures, les vers me semblèrent morts ; lorsque je les eus retiré de cette prison, quelques-uns étoient

sans mouvement, d'autres commencèrent à se mouvoir quand ils furent à l'air libre; mais il y en eut pourtant un petit nombre dont la vie fut véritablement terminée.

Après avoir examiné l'air du récipient où ils avoient vécu par mes procédés, je trouvai $9^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, $5^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, et par conséquent 85° d'azote (1); mais comme l'air commun n'en contient que 73, il est clair qu'il y eut 12° de gaz azote produit, en supposant que l'air atmosphérique contienne 27° de gaz oxygène ou $\frac{27}{100}$ de son volume.

§ III.

Cette expérience n'étoit pas propre à inspirer de la confiance, parce que la terre pouvoit fournir de l'acide carbonique, tout comme elle pouvoit en absorber, parce qu'elle étoit humide. Je refis donc cette expérience en plaçant quelques vers de terre sous un tube contenant 20,41 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; l'appareil étoit fermé par le mercure; mais quel fut mon étonnement de trouver, au bout d'une demi-heure, les vers avec l'apparence de la mort; je les retirai de leur prison, et je trouvai effectivement que les plus petits avoient perdu le mouvement, et que deux des plus grands

(1) *Note de l'Editeur.* J'exprimerai toujours les degrés d'absorption ou d'augmentation, comme ceux du thermomètre, par un zéro placé au-dessus du chiffre qui en indiquera le nombre : les volumes de l'air sont toujours supposés contenir 100 parties dont les autres nombres seront les fractions.

se mouvoient encore : cependant, durant ce petit espace de temps, ces vers absorbèrent 5° de gaz oxygène, produisirent 5° d'acide carbonique, et laissèrent l'azote sans altération.

Cette expérienee, qui peut paroître incomplète, est cependant remarquable, puisqu'elle montre l'action que ces vers exercent sur le gaz oxygène pour le diminuer.

Elle me rappela ce que Rhedi avoit observé, dans son ouvrage *Degli Animali viventi negli Animali*, sur l'action meurtrière que le mercure exerce sur les vers. Voici ses propres paroles. « Je mis dans un petit vase une quantité suffisante de mercure pour en couvrir le fond ; je placai sur ce fond un très-gros ver de terre, qui se contourna d'abord avec violence, et jeta beaucoup d'écume et de viscosité ; il périt ainsi au bout de 24 heures : il me parut alors retiré en lui-même et contourné. Je répétai cette expérience avec un ver plus gros que le précédent : il vécut plus longtemps, mais il devint plus dur. Enfin je répétai cette expérience sur 6 autres vers : 4 périrent dans 6 heures, en montrant les mêmes apparences que le premier, et les 2 autres finirent de vivre au bout de 24 heures : leurs contractions commencèrent par la queue, et quand je les retirai de dessus le mercure, ils firent péniblement quelques mouvemens avec la tête, et traînèrent le reste de leur corps. »

Ces expériences me parurent expliquer la promptitude de la mort de mes vers placés sur le mercure, et confirmer l'opinion de ceux qui regardent le mercure comme un vermifuge. Je voulus m'en convaincre moi-même en poursuivant ces expériences.

§ IV.

Je tins pendant 18 heures 7 vers de terre d'une grande taille sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure ; ils étoient encore en vie à la fin de ce temps-là, et le mercure ne me parut pas leur avoir causé aucun mal : j'ai fait la même observation diverses fois de la même manière, avec le même résultat ; de sorte qu'il faut attribuer à d'autres causes la mort des vers de Rhedi, et celle des vers de l'expérience précédente.

Les fragmens de vers de terre produisent sur l'air le même effet ; je les laissai sur le mercure pendant les 5 derniers jours du mois de décembre ; je les retirai au bout de ce temps-là : la plupart étoient morts, quelques-uns bougeoient encore. Je fis l'essai de l'air, et je trouvai 8° d'acide carbonique produit, et un seul degré de gaz oxygène resté, ce qui s'accorde avec les expériences que j'ai racontées sur les limaçons.

J'examinai l'air où ces 7 vers avoient vécu, et je trouvai qu'ils avoient absorbé 18° de gaz oxygène, ou 18 centièmes du volume de l'air, et qu'ils avoient produit 9° d'acide carbonique ; il me parut que le gaz azote étoit resté sans altération. Il est donc démontré que les vers absorbent le gaz oxygène, et produisent l'acide carbonique quand ils vivent sous des récipiens pleins d'air, fermés par le mercure.

§ V.

Mais si les vers absorbent ainsi le gaz oxygène dans

l'air commun, il étoit bien probable qu'ils l'absorberoient de même quand ils seroient placés dans une atmosphère de gaz oxygène pur. Pour savoir donc ce qui arriveroit, je plaçai 7 vers de la même taille que ceux du § III sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz oxygène fermé par le mercure; je les y laissai 18 heures dans le même lieu et pendant les mêmes momens de la journée; je les retirai vivans, et, après avoir examiné le gaz, je trouvai qu'ils y avoient absorbé 45° de gaz oxygène, et qu'ils avoient produit 17° d'acide carbonique.

Il est donc bien sûr que les vers absorbent le gaz oxygène, et qu'ils en absorbent davantage quand ce gaz les touche de toutes parts, ou quand ils peuvent le respirer sans mélange.

§ VI.

Que deviendront ces vers dans le gaz hydrogène? J'en mis plusieurs sous un petit récipient rempli de gaz hydrogène pur: ils y étoient placés sur une éponge; mais quoiqu'elle empêcha bien le contact de l'eau, il y en eut quelques-uns qui parvinrent à quitter l'éponge et à entrer dans ce fluide; il y en eut aussi quelques autres qui restèrent à la place où je les avois mis; je les visitai au bout de 48 heures de clôture dans cette atmosphère: ils me parurent morts lorsque je les en retirai; mais au bout de quelque temps ils commencèrent à se mouvoir, et ils reprirent leurs habitudes ordinaires. J'ai cependant observé sur deux d'entr'eux que le sang de la grande artère y étoit

devenu d'une couleur plus obscure, et qu'il s'étoit rassemblé en grande quantité dans ce vaisseau.

§ VII.

Mes expériences précédentes sur les testacées m'avoient appris que ces animaux morts absorboient encore le gaz oxygène, et qu'ils l'absorboient même par leur coquille; de sorte que, pour juger si les vers de terre absorboient le gaz oxygène autrement que par leurs organes respirateurs, je voulus comparer l'action de ces vers morts et en vie sur le gaz oxygène.

Je choisis donc deux tubes d'une égale capacité, je les remplis avec la même quantité d'air commun, et je mis sous l'un d'eux quelques vers vivans; je mis sous l'autre un nombre égal de vers égaux, que je venois de faire périr dans l'eau bouillante; je fermai les deux tubes avec le mercure, et je les y laissai pendant 18 heures; après ce temps écoulé je fis l'examen de l'air.

Dans le tube où j'avois mis les *vers vivans*, je trouvai que les deux tiers étoient morts; que l'air où ils avoient été avoit perdu tout son gaz oxygène, et qu'il y avoit eu 8° d'acide carbonique et 8° de gaz azote produits.

Dans le tube où les *vers morts* avoient été placés, je trouvai qu'ils avoient absorbé $10^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et qu'ils avoient produit $4^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, et 6° de gaz azote.

Ainsi donc les vers morts absorbent le gaz oxygène comme les vivans, mais ils en absorbent et produisent

aussi moins d'acide carbonique. Il sembleroit encore, par cette expérience et par les précédentes, que les vers morts produisent le gaz azote.

§ VIII.

Si ces vers morts fraîchement absorbent le gaz oxygène, l'absorberoient-ils de la même manière quelque temps après leur mort? Cette question avoit son importance, parce qu'elle offroit le moyen de savoir si quelque reste de vie influeroit encore sur cette absorption, ou si elle seroit dépendante uniquement de la fibre animale.

Je mis donc ces vers, morts et abandonnés à eux-mêmes, jusqu'au moment où ils commencèrent à perdre leur fermeté par leur décomposition, sous un tube semblable aux précédens, contenant le même volume d'air, et fermé par le mercure; je les laissai ainsi pendant 22 heures, après lesquelles j'examinai l'air où ils avoient été.

Je trouvai alors qu'ils avoient absorbé 7° de gaz oxygène, et qu'ils avoient produit 7° d'acide carbonique et 4° de gaz azote.

Il paroît donc que les vers qui ont commencé à se décomposer absorbent moins de gaz oxygène, et produisent moins d'acide carbonique et moins d'azote que les vers fraîchement tués (1).

---

(1) *Note de l'Editeur.* Quoique les expériences qui composent ce mémoire ne traitent point d'une manière complète ce qui regarde la respiration des vers de terre, et l'on s'en apercevra bientôt en lisant les mémoires suivans, je n'ai point voulu supprimer celui-ci, parce que les expériences qu'il renferme offrent pourtant des faits

§ IX.

On ne pourroit mieux terminer ce mémoire sur la respiration du ver de terre qu'en y joignant une note que Charles Bonnet inséra au § CCXLIV de ses *Considérations sur les corps organisés*, dans laquelle il donne un extrait des observations que Spallanzani avoit faites sur la respiration de ce ver, et qu'il lui avoit communiquées depuis long-temps.

« Je me suis exprimé ici d'une manière plus positive que je ne l'avois fait dans le *Traité d'insectologie*, et pourtant je n'avois pas fait de nouvelles recherches sur la structure du ver de terre quand je composai les *Considérations sur les corps organisés*. Je m'étois borné à dire, dans le premier ouvrage : *J'ai cru voir de plus dans cette queue nouvellement formée des ouvertures ou stigmates qui servent à la respiration, et qui m'ont paru être au nombre de deux pour chaque anneau.* Ces mots *j'ai cru voir* indiquent assez que je n'étois pas trop sûr d'avoir bien vu ; j'aurois donc dû dire encore, dans les *Considérations : J'ai cru voir*, ou *l'on croyoit apercevoir*. J'ignore ce qui m'avoit trompé tandis que je faisois ces observations ; mais M.r Spallanzani, qui a beaucoup plus approfondi l'organisation du ver de terre qu'elle ne l'avoit encore été, m'a écrit, le

---

curieux et importans. J'ai hésité, à la vérité, un moment avant de les mettre au jour, parce que j'ai lieu de croire que Spallanzani ne les auroit pas publiés avant d'avoir fait d'autres expériences qui étoient indispensables pour mettre ce mémoire au niveau des autres.

21 septembre 1766, qu'il n'étoit point parvenu à découvrir de stigmates au ver de terre, quelque soin qu'il eût apporté à cette recherche. Il me communiquoit en même temps diverses expériences qu'il avoit tentées pour s'instruire de la manière dont la respiration s'opère dans cette espèce de ver : en voici le précis.

Les vers de terre ont besoin d'un air qui se renouvelle : lorsqu'ils sont renfermés dans des phioles de verre scellées hermétiquement et de différentes capacités, ils y ont toujours péri les uns plus tôt et les autres plus tard, dans le rapport de la capacité des phioles; c'est-à-dire, qu'ils ont vécu plus long-temps dans les phioles dont la capacité étoit plus grande : il étoit bien prouvé qu'ils n'y avoient pas péri de faim, ni par le desséchement.

Les vers de terre mis en expérience dans le vide y périssent au bout de deux jours ; plusieurs se raniment par l'introduction de l'air.

Si l'on couvre d'huile les côtés du ver, il n'en souffrira point. M.r Spallanzani a plongé en entier dans l'huile des vers de terre ; il les y a laissés pendant 19 heures, et après les en avoir retirés il les a placé dans une terre humide ; ils s'y sont ranimés et ont paru très-vivans.

Quand l'observateur les a plongés dans l'eau, il n'a rien aperçu qui ressemblât à ce que j'ai raconté des chenilles, *Recherches sur la respiration des chenilles, Œuvres*, T. II. Il a bien vu sortir beaucoup de bulles d'air, mais ç'a été principalement de la bouche et de l'anus. Il a observé les mêmes choses dans le vide.

Il semble donc qu'il soit bien constaté, par ces expériences, que la respiration ne s'opère pas dans le ver de terre comme dans les chenilles, et quantité d'autres insectes. »

§ X.

Il résulte donc de ces expériences sur les vers de terre :

1.° Que les vers de terre vivans absorbent tout le gaz oxygène de l'air atmosphérique ; qu'ils produisent de l'acide carbonique, et quelquefois du gaz azote;

2.° Que l'absorption qu'ils font du gaz oxygène pur, quand ils y sont placés, est plus grande que celle de ce gaz quand ils sont mis dans l'air atmosphérique ;

3.° Que le mercure ne fait point une impression mortelle sur les vers de terre ;

4.° Que les vers morts absorbent le gaz oxygène ; qu'ils produisent les gaz acide carbonique et azote, mais qu'ils absorbent moins de gaz oxygène, et produisent moins d'acide carbonique que les vers vivans ;

5.° Que les vers de terre morts qui se putréfient absorbent moins de gaz oxygène, qu'ils produisent moins d'acide carbonique et d'azote que les vers fraîchement tués;

6.° Que les vers de terre n'ont point de stigmates comme divers insectes.

MÉMOIRE V.

Sur la respiration des insectes.

§ I.

Les insectes, par leur nature, par les circonstances variées de leur vie, par leurs différentes habitudes et leurs différentes habitations, pendant leurs diverses manières d'exister, offrent un spectacle singulier, quand on les compare avec les grands animaux. Ces différences, si grandes à tant d'égards, en sollicitent nécessairement d'autres dans la conformation de leurs organes, et dans leur emploi. Ainsi, par exemple, on ne remarque point chez eux de poumons proprement dits, mais une foule de vaisseaux à air, répandus sur la surface intérieure de leur corps du côté de la peau, pénétrant dans leur intérieur, et communiquant avec l'air atmosphérique par quelques bouches qui s'ouvrent en dehors sur leurs côtés, ou sur leur corselet. Ils n'ont point de cœur proprement dit, mais, pour l'ordinaire, comme on le croit, une suite de cœurs occupant la partie supérieure du dos depuis la tête jusqu'à la queue, ou peut-être seulement une grande artère qui leur tient lieu du cœur. Ils n'ont point de sang rouge, mais une liqueur qui paroît le remplacer et dont on connoît fort mal les propriétés.

A ces différences si frappantes, ajoutons-en d'autres qui sont plus propres encore à étonner. Le même animal qui sort de l'œuf ne ressemble presque jamais à

l'animal qui paroîtra lorsqu'il sera près de finir son histoire ; il n'aura souvent ni ses anciennes formes, ni ses anciens goûts, ni même son genre de vie ; mais encore, pour arriver à cette dernière décoration, il est forcé de changer souvent son premier habit, de se fabriquer ensuite une retraite, où il reste plus ou moins long-temps sans alimens et dans un état de foiblesse qui lui permet à peine de légers mouvemens. Enfin, il quitte son obscurité et devient le plus souvent un habitant de l'air, après avoir rampé sur quelques plantes, ou vécu dans les galeries souterraines qu'il s'étoit creusées, ou nagé dans les eaux qui lui fournissoient sa proie, ou logé dans la tumeur de quelque animal qu'il irritoit en le rongeant etc.

On prévoit déjà que ces animaux doivent avoir une manière de vivre accommodée à cette différente manière d'exister, des rapports différens avec l'air qui les environne dans ces circonstances, et même que ces rapports peuvent et doivent quelquefois être suspendus ; mais tout cela offre, sur le sujet dont on s'occupe ici, des recherches particulières.

Pour mettre quelqu'ordre dans les expériences faites sur cette vaste matière, il paroît convenable de les rapporter séparément aux divers genres qui en ont été les objets, et de considérer de même chacun d'eux dans les divers états où ils se rencontrent naturellement ; ainsi il faudra les voir successivement dans leur état de larves, de chrysalides ou de nymphes, et dans celui où ils ont atteint leur perfection. Je commence par les chenilles.

CHAPITRE I.

Sur la respiration des Chenilles.

§ II.

J'avois vu, le 28 mars 1795, que les petites chenilles, à la fin de l'hiver, avoient augmenté leur volume sans avoir augmenté leur poids ; le 27 décembre 1794 il en falloit 13 pour peser 53,08 milligrammes, ou un grain ; cependant, le 28 mars, il en fallut le même nombre pour retrouver le même poids : elles se mettoient alors en mouvement quand je les touchois, mais elles restoient immobiles dans leur nid quand elles n'y étoient pas inquiétées : au 15 avril il y avoit 3 jours qu'elles commençoient à se promener sur les pommiers fleuris qui poussoient des feuilles.

Ce jour-là elles avoient 4,51 millimètres, ou deux lignes de longueur et $\frac{1}{2}$ ligne de largeur ; il en fallut encore 13 pour mettre 53,08 milligrammes, ou un grain en équilibre.

D'où vient cet accroissement en longueur et en diamètre ? Seroit-ce parce que le froid avoit rendu ces chenilles léthargiques ? Il n'est pas facile de le croire : ces chenilles étoient bien restées dans mon cabinet, où la température étoit de 9°, et où elles avoient été plus ou moins éveillées et plus ou moins en mouvement ; d'ailleurs, elles devoient nécessairement avoir perdu une partie de leur poids par la transpiration insensible ; il faut donc qu'elles aient conservé le même poids sans doute, parce qu'elles

avoient tiré de l'extérieur un supplément de matière qui a compensé la perte qu'elles avoient dû souffrir, et favoriser le développement qu'elles ont reçu, puisqu'elles n'avoient point mangé; mais comme je montrerai qu'elles absorbent une grande quantité de gaz oxygène, ne seroit-il pas possible que ce gaz oxygène absorbé eût fourni ce moyen de compensation (1) ?

Je pris un de ces nids rempli de ces insectes, je le placai sur le carton d'un livre, et au moment cette petite armée de chenilles le couvrit : la température étoit entre 11 et 12°.

Ces chenilles commençoient déjà à filer : je pris un de leurs fils de soie, je cherchai d'en détacher l'animal, mais le plus souvent le fil ne se rompit point, et la chenille y resta suspendue; elles couvrirent leur nid et les branches voisines de cette soie, qui leur servoit de grand chemin, et qui les ramenoit sûrement à leur habitation, où ces tapis qu'elles avoient filé les conduisoient toujours naturellement par une voie douce et agréable.

§ III.

La lumière qui paroît influer sur l'existence des papillons, puisqu'on les distingue en papillons de jour et en papillons de nuit, influeroit-elle de même sur la vie des chenilles ?

---

(1) *Note de l'Editeur.* Spallanzani se proposoit de faire des expériences sur ce sujet, mais je n'en ai trouvé aucune trace dans les papiers que j'ai eus entre les mains.

Le 28 Novembre je laissai errer dans ma chambre des chenilles du chou ; je les ai vues se promener pendant tout le jour, et s'arrêter pendant la nuit, quoique j'eusse des chandelles allumées dans le lieu où elles étoient. Seroient-elles aussi des chenilles de jour comme leurs papillons ? Ceci formeroit un nouveau rapport entre les papillons et leurs chenilles. On ne sait pas si cela s'observe sur d'autres espèces ; on sait seulement que les chenilles processionnaires sont nocturnes comme leurs papillons, suivant Reaumur.

§ IV.

Après avoir raconté ces faits relatifs à l'histoire des chenilles, je viens à mon but principal : je veux chercher les rapports de ces animaux avec l'air.

Au mois d'octobre j'exposai sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, une grosse chenille noire ; l'appareil étoit fermé par l'eau ; elle y resta 22 heures, au bout de ce temps-là je l'en retirai ; elle étoit encore vivante 6 heures après avoir été retirée de cette clôture ; elle ne me parut pas même y avoir souffert : cependant, après avoir fait l'essai de l'air où elle avoit été, je trouvai qu'elle en avoit absorbé tout le gaz oxygène et qu'elle avoit produit 2° d'acide carbonique.

§ V.

Cette expérience n'étoit pas assez rigoureuse, parce que l'eau absorbe l'acide carbonique ; je voulus donc la varier, en la faisant sur le mercure. Je mis 8 chenilles du chou dans un tube contenant 29,71

centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure; je les y laissai pendant 18 heures : dès qu'elles furent sous le récipient, elles se promenèrent autour de ses parois, et au bout de 6 heures elles étoient encore en pleine vie; mais lorsque je les retirai elles me parurent mortes : je fis l'examen de l'air, et je trouvai qu'elles en avoient absorbé tout le gaz oxygène, et qu'elles avoient produit $6^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, et $2^{o}\frac{1}{2}$ de gaz azote. Il est donc bien certain que les chenilles absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique avec l'azote.

§ VI.

Toutes ces chenilles, qui avoient absorbé ce gaz oxygène, étoient parvenues à la fin de leur accroissement; on pouvoit se demander : si les chenilles qui sortent de l'œuf, qui n'ont pas encore mangé, absorberoient de même le gaz oxygène ? J'ai eu l'occasion d'en faire l'expérience. Je pris environ 100 petites chenilles communes; 16 d'entr'elles pesoient 53,08 milligrammes, ou un grain; elles ne me parurent pas avoir encore mangé : je les enfermai sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air fermé par le mercure; dès qu'elles furent sous le récipient elles se répandirent autour de ses parois, et s'arrêtèrent ensuite bientôt pour travailler à des toiles très-subtiles : j'examinai l'air du récipient au bout de 33 heures; elles y avoient absorbé 17° de gaz oxygène, et produit 5° d'acide carbonique et 5° d'azote.

Je mis de même 10 chenilles plus grosses, puis-

qu'elles pesoient 53,08 milligrammes, ou un grain, sous un récipient contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, fermé par le mercure; au bout de 13 heures elles absorbèrent 6° de gaz oxygène, mais elles étoient plus grosses que les précédentes, et elles avoient mangé.

Il est vraiment étonnant que ces atomes vivans, et surtout ceux de la première expérience, qui n'avoient point mangé, absorbent une si grande quantité de gaz oxygène.

§ VII.

Enfin j'ai eu l'occasion de voir souvent qu'en mettant des nombres différens de chenilles sous des récipiens d'une capacité égale, ou qui contenoient le même volume d'air, les chenilles y périssoient d'autant plus vîte que leur nombre étoit plus grand, et puisque nous avons vu dans les paragraphes précédens que les chenilles absorbent le gaz oxygène, il est naturel de penser qu'en augmentant le nombre des chenilles qui absorbent ce gaz, celui qu'il renferme doit être alors plus vîte diminué, et par conséquent il doit être plus tôt supprimé; ce qui explique très-bien dans ce cas la plus grande rapidité de leur mort.

§ VIII.

Pour déterminer encore mieux l'absorption que les chenilles font du gaz oxygène, je voulus les mettre aussi dans le gaz oxygène pur, et comparer l'effet que ces insectes y produiroient avec celui qu'ils produisent dans l'air commun.

Dans ce but je pris 2 tubes; je mis dans l'un 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; dans l'autre je mis un volume égal de gaz oxygène : je fis entrer dans chacun d'eux un ver à soie de la même grandeur et du même volume ; je les enfermai tous les deux avec le mercure, et je donnai à chacun une feuille de mûrier.

J'examinai leurs allures ; il me parut que tous les deux s'occupèrent à fuir hors de leur clôture; qu'ils ne touchèrent point la feuille que je leur avois donnée pour la manger, et que le gaz oxygène n'avoit point accéléré les mouvemens de celui qui en étoit environné ; mais il m'est toujours arrivé de voir les chenilles communes manifester plus long-temps la même vîtesse dans le gaz oxygène que dans l'air commun, ce que l'on ne peut attribuer qu'à l'action du gaz oxygène sur elles; mais il me semble aussi qu'il faut attribuer le ralentissement des autres à la diminution du gaz oxygène dans l'air commun, et à l'augmentation de l'acide carbonique.

J'examinai l'air où ces vers à soie avoient vécu pendant 5 heures : en les retirant de leur clôture ils me parurent prêts à mourir ; ils étoient au moins sans mouvement, et le premier qui le perdit fut le ver placé dans le *gaz oxygène ;* il avoit absorbé $\frac{43}{100}$ de ce gaz, ou 43°, et produit 16° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. L'autre avoit absorbé tout le gaz oxygène de l'*air commun*, ou 20° et produit 10° d'acide carbonique. Il paroît donc que dans le gaz oxygène le ver en absorbe plus que dans l'air commun et produit plus d'acide carbonique.

Que sont devenus ces vers ? Je pouvois raisonnablement craindre qu'ils fussent péris ; mais au bout d'une demi-heure de séjour dans l'air libre ils reprirent la vie, et j'en ai vu un dans les mêmes circonstances qui fit ensuite son cocon.

En répétant souvent ces expériences, je me suis convaincu que le ver à soie pouvoit absorber tout le gaz oxygène de l'air commun dans un vase clos où on le renfermoit, comme je m'en suis assuré par le moyen du gaz nitreux, et j'ai toujours vu dans ces expériences que quoique le ver parût immobile lorsqu'on le retiroit de sa clôture, il reprenoit le mouvement en le mettant à l'air libre.

§ IX.

En faisant ces expériences sur les chenilles, j'avois besoin d'en avoir un grand nombre sous la main ; je les tenois pour cela dans de grands vases de verre avec quelques feuilles des plantes dont elles se nourrissoient ; j'en fermois l'ouverture avec une soucoupe pour prévenir leur fuite. Il sembleroit que ces chenilles devoient se répandre sur ces feuilles dans toute la hauteur du récipient où il y en avoit ; mais j'ai observé toujours que les chenilles qui mangeoient se tenoient sur les feuilles qui étoient les plus élevées : cette constante uniformité dans le choix de leur place devoit avoir une cause ; je pensai donc que ces chenilles cherchoient ce lieu pour profiter des filets d'air qui s'échappoient par les ouvertures que formoit la soucoupe mal appliquée sur la bouche du récipient ; ce qui m'a semblé montrer d'une autre manière le grand besoin que les chenilles ont de respirer un air pur.

§ X.

On ne peut se faire une idée exacte des quantités d'air absorbé par un animal qu'en les comparant avec celles qui ont été absorbées par un autre : je trouvai bien que les chenilles absorboient beaucoup d'air relativement à leur volume; mais cette conclusion ne pouvoit être solide qu'en considérant cette absorption dans divers animaux ; je fus donc curieux de savoir quel seroit le rapport entre l'absorption du gaz oxygène par une grenouille, et celle qui en seroit faite par une chenille.

Pour faire cette expérience d'une manière qui ne laissât aucun doute, je choisis une chenille qui avoit atteint toute sa grandeur, et je la plaçai sous un tube contenant 19,81 centimètres, ou un pouce cube d'air commun; elle pesoit 745,06 milligrammes, ou 14 grains : je plaçai une grenouille pesant 31,20 grammes, ou 396 grains, de la même manière, sous un tube contenant la même quantité d'air; je les fermai tous les deux avec le mercure, et je les laissai pendant 16 heures dans cette clôture.

Je retirai alors la *grenouille*, qui me parut morte, mais qui reprit la vie 2 heures après avoir été exposée à l'air; elle avoit absorbé tout le gaz oxygène de l'air renfermé avec elle.

Je retirai ensuite la *chenille* qui cheminoit encore sous le récipient; il restoit un $\frac{1}{2}$ degré de gaz oxygène dans l'air qu'elle avoit respiré.

Il n'y eut donc pas une grande différence entre l'absorption du gaz oxygène par ces deux animaux, puisqu'il n'y eut que celle d'un $\frac{1}{2}$ degré.

§ XI.

Les résultats de cette expérience me parurent trop singuliers pour la laisser sans répétition ; d'ailleurs comme la grenouille put rester quelque temps sous le récipient après en avoir absorbé tout le gaz oxygène, il n'étoit pas facile de savoir ce qu'elle en auroit absorbé encore, si elle en avoit trouvé davantage. Je résolus donc de la faire dans un espace de temps où la grenouille n'auroit pas pu absorber tout le gaz oxygène de l'air dans lequel je l'aurois renfermée.

J'enfermai donc une grenouille pesant 31,84 grammes, ou 420 grains, sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun ; j'enfermai de même sous un autre tube semblable, contenant la même quantité d'air, 3 chenilles du chou, pesant ensemble 27 grains, et je les laissai pendant 4 heures dans cette clôture.

J'en examinai l'air et je trouvai que la grenouille avoit absorbé $18^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produit $3^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. Les 3 chenilles, pendant le même temps, absorbèrent 14° de gaz oxygène, et produisirent $3^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Ceci paroît toujours vraiment surprenant par la grande disproportion qui se trouve entre le gaz oxygène absorbé par ces animaux, et leur poids.

Il sembleroit bien que les trachées des chenilles absorbent plus de gaz oxygène que les poumons des grenouilles ; mais comme les poumons ne sont pas les seuls organes qui absorbent le gaz oxygène, et

comme la peau en absorbe aussi, on ne pourroit résoudre parfaitement cette question, qui se présente naturellement, que lorsque l'on pourra faire vivre les chenilles sans trachées, comme on fait vivre les grenouilles sans poumons.

§ XII

Les chenilles, comme on le sait, se transforment en chrysalides; le moment qui précède cette transformation s'annonce par leur immobilité et par leur jeûne; il étoit naturel de présumer que cet état particulier pourroit influer sur l'action qu'elles doivent exercer sur l'air qui les environne. Je voulus chercher si ce soupçon avoit quelque réalité.

Je pris pour faire cette expérience 2 chenilles du chou, dans toute leur vigueur, et j'en choisis 2 autres de la même espèce qui étoient devenues immobiles; je les oignis d'huile d'olives dans le même moment; au bout de 4 minutes les deux premières chenilles périrent, et les chenilles immobiles ne périrent qu'au bout de 9 minutes. Il paroît donc que dans ce dernier cas les chenilles respirent moins, ou absorbent moins de gaz oxygène par leurs trachées que les autres. Je soumis une chrysalide, dans le même moment, à la même expérience; elle vécut ainsi pendant 11 minutes.

§ XIII.

Cette expérience ne me parut pas suffisante; elle ne donnoit pour résultat que le temps de la mort qui avoit été violente; mais elle ne faisoit point connoître

l'action de ces chenilles sur l'air, et par conséquent elle n'indiquoit pas les effets que les chenilles dans ces trois états devoient produire sur lui : je fis donc de nouveau cette expérience, et d'une manière nouvelle.

Je choisis une chenille du chou parvenue à son plus grand développement, et mangeant avec avidité ; je l'enfermai dans 19,81 centimètres cubes, ou dans un pouce cube d'air commun ; j'en pris une autre semblable et égale en volume, qui avoit cessé de manger, et qui étoit devenue immobile ; je l'enfermai sous un tube semblable au précédent, et contenant la même quantité d'air ; je les laissai ainsi toutes les deux dans cette clôture pendant 18 heures : la température étoit de 7°.

Quand ce temps fut écoulé, je fis l'analyse de l'air où ces chenilles avoient été renfermées par le mercure, et je trouvai que la *chenille courant et mangeant* avoit absorbé $9^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produit $3^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique : tandis que la *chenille jeûnant et immobile* avoit absorbé 7° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique ; de sorte que la première avoit absorbé $2^{\circ}\frac{1}{2}$ de plus de gaz oxygène, et produit $1^{\circ}\frac{1}{2}$ de plus d'acide carbonique que la seconde.

J'ai fait plusieurs autres expériences semblables à celles-ci, où l'absorption du gaz oxygène par les chenilles qui mangeoient et couroient, fut beaucoup plus considérable que dans celles qui étoient jeûnantes et immobiles ; mais je veux en rapporter encore une autre qui offre quelques variétés : elle fut faite de la même manière que la dernière sur une chenille devenue immobile, et sur une autre prête à le devenir.

La *chenille immobile* absorba 7° de gaz oxygène, et produisit 5° d'acide carbonique; *la chenille prête à devenir immobile* absorba 10° de gaz oxygène, et produisit 5° d'acide carbonique, comme la précédente. On voit mieux ici la différence qu'il y a dans l'absorption du gaz oxygène par la chenille qui a conservé quelque mouvement.

Ces expériences sont d'autant plus sûres que ces chenilles avoient conservé la vie dans leur clôture. J'aurai l'occasion de décrire cette expérience faite sur la même chenille avec le même résultat; de sorte que c'est avec confiance que l'on peut dire que les chenilles qui sont sur le point de se changer en chrysalides et qui sont alors devenues immobiles absorbent moins de gaz oxygène, que celles qui ne sont pas encore parvenues à cet état d'immobilité.

§ XIV.

En m'occupant ainsi de cette chenille du chou, je fus curieux d'en voir les stigmates, et je les cherchai surtout quand je voulus les oindre d'huile; mais je ne pus jamais les distinguer ni avec mes yeux nus, ni avec mes yeux armés de verres, soit parce qu'ils sont couverts de poils, soit à cause d'une multitude de points noirs dont cette chenille est parsemée; cependant lorsque je l'eus ouverte, je ne tardai pas à remarquer les bouquets de trachées qui se réunissoient pour aboutir aux stigmates.

§ XV.

La chaleur qui a des rapports si marqués avec les

corps organisés, en auroit-elle de même qui fussent particuliers à la respiration, où à l'absorption du gaz oxygène par les animaux ? Je ne devois pas négliger cette recherche, qui se lie avec l'histoire naturelle des chenilles, puisqu'il y en a qui passent l'hiver dans cet état ; alors on peut naturellement se demander : que deviennent-elles? Quels rapports conservent-elles avec l'air qui les touche de toutes parts ? Cet animal à sang froid conserve-il son activité quand la température s'abaisse à un certain point ? Suit-il la loi de tant d'autres animaux que l'on sait bien devenir alors léthargiques, et qui doivent avoir perdu dans ce cas la respiration, comme je l'ai déjà dit dans mes précédens Mémoires ? Ces questions importantes m'engagèrent à faire cette recherche.

§ XVI.

J'avois d'abord une preuve certaine que quelques chenilles bravent des froids assez forts : il y a 26 ans que je vois deux poiriers, dans mon jardin, fleurir et se couvrir de feuilles au printemps ; je les vois de même se dépouiller de leurs feuilles en automne, mais il reste toujours quelques feuilles adhérentes à ces arbres. En observant ces feuilles, j'ai trouvé qu'elles formoient un nid de très-petites chenilles qui étoient de l'espèce de la *commune ;* cependant, quelle qu'ait été la rigueur de l'hiver, j'ai vu ces chenilles sortir de leurs nids quand les feuilles de l'arbre commençoient à pousser. Après l'hiver de 1795, qui commença, le 22 décembre 1794, par une abondante chute de neige, renouvelée à diverses reprises, et

après les froids sévères de cette année, qui firent descendre le thermomètre à —10 —11 et —12°, j'enlevai à la fin de mars quelques-uns de ces nids suspendus à l'extrémité de petits rameaux, et formés par des feuilles sèches : la température étoit alors de 9° ; je les examinai et je trouvai, sous l'enveloppe faite avec ces feuilles, une multitude de crottes de ces petits insectes avec leurs dépouilles; au milieu de tout cela je découvris de petites chenilles vivantes; leur longueur étoit de 3,39 milligrammes, ou d'une ligne $\frac{1}{2}$; elles étoient couvertes de poils très-blancs sur un fond jaunâtre; leur tête assez grosse étoit noire. On sait qu'elles sont du genre des *processionnaires*. Cette observation est parfaitement d'accord avec ce que Reaumur dit de la chenille commune dans ses Mémoires, T. II, partie 1, page 177.

Il paroît donc bien évident qu'un grand froid ne tue pas ces chenilles communes.

Je puis même ajouter encore que j'ai vu un ver à soie faire son cocon à côté d'une glacière où la température étoit de 5°.

§ XVII.

J'aperçus que mes chenilles du chou cessoient de manger quand la température de la chambre où je les tenois étoit de 6°; et lorsque j'en eus transporté quelques-unes dans une autre chambre, où le thermomètre descendit à 5° $\frac{1}{2}$, elles restèrent immobiles; mais elles faisoient quelques mouvemens lorsque je les touchois : dans cet état on les voyoit encore se plier.

§ XVIII.

Si la température influe ainsi sur le mouvement et l'appétit des chenilles, elle n'influe pas moins sur leurs métamorphoses, et l'on pouvoit aisément le soupçonner, parce que cette opération suppose une grande force de vie dans l'animal. J'avois observé pendant 8 jours du mois de décembre, où le thermomètre, dans ma chambre, fut environ à 9° pendant le jour, et à 6° pendant la nuit, que quelques chenilles du chou y cessoient de se transformer en chrysalides, quoique quelques-unes fussent devenues immobiles, et annonçassent par cette immobilité qu'elles étoient sur le point de se transformer. Je laissai à quelques-unes la liberté de se promener sur les murs de ma chambre; je les vis alors s'arrêter bientôt, se racourcir comme elles en ont la coutume lorsqu'elles approchent du terme de leur métamorphose; mais ensuite elles périrent, et je les trouvai putréfiées.

Cependant les mêmes chenilles, dont le développement étoit moins avancé, mangeoient encore les feuilles vertes que je leur donnai.

Il me paroît donc prouvé que la température qui empêche les chenilles de se métamorphoser ne les empêche pas de vivre et de manger.

§ XIX.

Ces faits, en m'apprenant l'influence de la température sur les chenilles, me firent comprendre qu'elle devoit s'étendre aussi sur leur respiration; mais l'expérience seule pouvoit me le faire observer.

Je mis une chenille sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun, fermé par le mercure, et je le plaçai dans un lieu où la température étoit de 2°. Je mis une autre chenille de la même espèce sous un autre récipient contenant la même quantité d'air et fermé de la même manière; mais je le plaçai sur mon fourneau, où la chaleur étoit de 16 à 17°; je les laissai dans cet état l'une et l'autre pendant 5 heures; au bout de ce temps-là j'essayai l'air des deux récipiens.

La chenille *placée sur le fourneau* avoit absorbé 8° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique; celle qui fut *placée à la température de* 2° n'avoit absorbé que 2° de gaz oxygène et produit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ XX.

Je répétai cette expérience en la variant; je choisis pour cela une température plus froide; le vent du nord souffloit; le ciel étoit serein, je pris alors un nid de ces petites chenilles dont j'ai déjà parlé, et je le plaçai sous un tube contenant 49,54 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; je le fermai par l'eau, de manière que l'eau ne touchoit pas les chenilles; mais j'eus l'attention de refroidir les chenilles jusqu'au point de zéro du thermomètre, avant de les mettre sous le tube dont l'air étoit à cette température. Alors je plaçai l'appareil sur ma fenêtre, où il passa la nuit.

Le lendemain je trouvai l'eau qui servoit de clôture au récipient gelée; alors j'essayai cet air; mais le phosphore absorba les 20° de gaz oxygène

qu'il contient dans son état naturel; de sorte que ces petites chenilles n'absorbèrent pas un atome de gaz oxygène.

§ XXI.

Il étoit curieux de découvrir à quel degré du thermomètre ces chenilles cesseroient d'absorber le gaz oxygène. J'avois bien vu qu'à 2° elles en absorboient une petite quantité; je pensai donc d'essayer ce qui leur arriveroit à 1° $\frac{1}{2}$. Je disposai pour cela une chenille sous un tube contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air; je le mis dans un lieu où cette température régnoit; la chenille avoit été avant cette expérience exposée à la température de 1° $\frac{1}{2}$; j'en mis un autre sous un tube semblable, contenant la même quantité d'air; je le plaçai sur mon fourneau : dans les deux cas les chenilles restèrent 6 heures en expérience.

Après que ce temps fut écoulé, je trouvai que la chenille sur le fourneau avoit absorbé 8° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique, tandis que celle qui avoit été à la température de 1° $\frac{1}{2}$ avoit absorbé 2° de gaz oxygène et produit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Enfin je parvins à trouver qu'à 1° du thermomètre, et au-dessous, mes chenilles n'absorboient plus de gaz oxygène, et qu'elles geloient à — 2° $\frac{1}{2}$.

Il résulte donc de ces expériences que lorsque le thermomètre est à 1° et au-dessous, les chenilles ne respirent plus.

§ XXII.

Quelque fortes que soient les preuves qui éta-

blissent l'action des chenilles sur l'air commun, il auroit manqué quelque chose à leur démonstration si l'on n'avoit pas cherché à voir ce qui leur arriveroit en les privant de tout contact avec lui. Quand on veut supprimer l'air aux animaux, on pense d'abord à la pompe pneumatique; mais la dilatation de l'air qu'elle occasionne entraîne trop d'inconvéniens pour pouvoir l'employer d'une manière qui laisse leur organisation intacte. Il ne restoit donc d'autres ressources que les gaz méphytiques qui seroient parfaitement purs, et l'eau : ce sont aussi celles que j'employai.

§ XXIII.

Je plaçai sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz nitreux, une chenille prise sur un poirier dont elle rongeoit les feuilles; elle avoit 8,11 centimètres, ou 14 lignes de longueur et 4,51 millimètres, ou 2 lignes de diamètre; le tube où je la plaçai étoit fermé par le mercure.

Elle y périt au bout de quelques minutes, à peu près aussi vîte que lorsqu'on les plonge dans l'huile.

Je m'étois assuré que le passage de la chenille au travers du mercure n'avoit point été la cause de sa mort, puisqu'en faisant ainsi traverser à d'autres le mercure pour les faire entrer sous un tube plein d'air commun, je les vis se promener d'abord sur les parois du récipient, pendant plus d'une demi-heure: il faut donc que le gaz nitreux ait été la cause unique de leur mort.

§ XXIV.

Je mis ensuite un ver à soie sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène; il parut d'abord tué; il ne donna aucun signe de vie, quoique je l'agitasse assez fortement: je le laissai une $\frac{1}{2}$ heure dans cette atmosphère; je le retirai quand ce temps fut écoulé; il me sembla réellement mort; je le piquai, mais il resta immobile; je crus sa vie totalement finie; cependant il la reprit après avoir été pendant $\frac{1}{4}$ d'heure à l'air libre.

On voit donc bien que l'insecte n'a été asphyxié que parce qu'il manquoit de gaz oxygène; mais il faut remarquer qu'il ne mourut pas, quoique son asphyxie eût duré une demi-heure. J'ai observé que les insectes s'asphyxient beaucoup plus vîte dans les gaz méphytiques que les grenouilles et les salamandres que l'on y place.

§ XXV.

Mais si le gaz hydrogène asphyxie les chenilles que l'on y tient plongées, il falloit rechercher si elles y périroient. Je placai donc sous un récipient plein de ce gaz, fermé par le mercure, cinq chenilles du chou; elles y restèrent immobiles au bout de deux minutes, et y parurent mortes quand on les agitoit; elles subirent cette clôture pendant 16 heures, mais au bout de ce temps je les retirai réellement mortes.

J'examinai le gaz, et je trouvai que ces chenilles y avoient produit 3° d'acide carbonique.

Ce fait est bien remarquable, puisqu'il n'y avoit point de gaz oxygène pour former l'acide carbonique, et comme on ne sauroit en chercher l'origine dans le gaz environnant qui étoit parfaitement pur, il faut qu'il ait été produit par l'animal lui-même et qu'il en soit sorti tout fabriqué.

§ XXVI.

Ce nouveau fait méritoit une sérieuse attention pour constater sa vérité. Je mis donc cinq chenilles du chou sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène, et je ne les y laissai qu'une heure, afin qu'elles n'y mourussent pas : j'en retirai les chenilles asphyxiées, mais elles reprirent la vie quand elles furent mises à l'air libre et je trouvai 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique dans le gaz hydrogène.

Je mis de même cinq chenilles coupées par morceaux sous un récipient contenant la même quantité de gaz hydrogène, et je les y laissai pendant le même temps ; elles fournirent encore au gaz hydrogène 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il m'est arrivé quelquefois que ces chenilles mises dans le gaz hydrogène en absorboient une quantité assez grande : j'ai vu de petites chenilles en absorber 7°.

§ XXVII.

Il falloit encore tenter ce qui arriveroit dans le gaz azote. Je mis donc de la même manière dans ce gaz cinq chenilles semblables du chou ; elles y restèrent 16 heures ; elles y offrirent les mêmes

phénomènes que les précédentes (§ XXV), et je trouvai dans le gaz 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il est donc bien prouvé que le gaz oxygène est nécessaire à la respiration de ces insectes.

Il est aussi démontré que ces animaux fournissent le gaz acide carbonique sans être en contact avec le gaz oxygène ; mais comme la quantité qu'ils en ont produite dans ces deux gaz est à peu près égale à celle qu'ils en donnent dans l'air commun, il faut que dans tous ces cas les choses soient à peu près semblables, et que le gaz acide carbonique sorte tout formé du sein de l'animal.

§ XXVIII.

Il étoit facile d'imaginer que les chenilles périroient dans l'eau, puisqu'elles y seroient de même privées du contact de l'air. Je mis une chenille du chou sous un récipient plein d'eau et renversé sur une soucoupe pleine d'eau ; la chenille gagna bientôt la partie supérieure du vase par sa pesanteur spécifique, et il en sortit assez d'air ; au bout d'une heure elle tomba sur la soucoupe, où elle fit encore quelques mouvemens pendant environ une heure ; elle y changea même de place, ensuite elle resta fixée à un coin ; mais elle n'étoit point étendue dans sa longueur, et elle n'y périt véritablement qu'au bout de 14 ou 15 heures ; au moins en la retirant de l'eau auparavant et la laissant à l'air, elle y reprit la vie : elle ne fut donc asphyxiée d'abord que comme dans les gaz hydrogène et azote ; mais l'asphyxie ne fut pas à beaucoup près si prompte.

§ XXIX.

Enfin, pour suivre le plan que je m'étois proposé, je voulus considérer l'action que les chenilles mortes exerceroient sur l'air, afin de mieux connoître celui qu'elles y exercent pendant leur vie ; mais, pour rendre ces expériences intéressantes, il falloit les faire dans le même temps sur des chenilles vivantes qui eussent la même grosseur, qui fussent de la même espèce et dans les mêmes circonstances ; c'est ce que j'ai observé dans les expériences que je vais raconter.

Je mis trois chenilles du chou que j'avois fait périr en couvrant d'huile leurs stigmates sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure, à la température de 5°. J'en mis de même trois vivantes sous un tube contenant un volume d'air égal, et je les y laissai pendant 22 heures.

J'examinai ensuite l'air des deux tubes ; celui où avaient été les *chenilles mortes* avoit perdu 5° de gaz oxygène, et il y avoit 2° d'acide carbonique. L'air où avoient été les *chenilles vivantes* avoit perdu 15° de gaz oxygène, et il y avoit 5° d'acide carbonique ; par conséquent les chenilles vivantes avoient absorbé 8° de gaz oxygène de plus que les mortes, et produit un degré d'acide carbonique de plus que celles-ci.

Mais comme je craignis que l'huile dont j'avois couvert les stigmates des chenilles péries n'eût empêché l'absorption de l'air, je répétai l'expérience en faisant périr les chenilles dans l'eau chaude ; je

fis alors l'expérience comme la précédente, et je trouvai que les *chenilles vivantes* absorboient la moitié plus de gaz oxygène que les *mortes*, ce qui s'accorde à peu près avec le précédent résultat.

§ XXX.

Il falloit encore assurer ce fait par une nouvelle expérience. Je voulus exposer de la même manière les chenilles péries en les plaçant dans le gaz oxygène et dans l'air commun ; je mis huit chenilles du chou péries sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; j'en mis 8 semblables sous un tube contenant le même volume de gaz oxygène, et je les y laissai pendant 7 heures.

Au bout de ce temps-là j'examinai l'air, et je trouvai que dans l'air commun les chenilles péries avoient absorbé 8° de gaz oxygène et produit 4° d'acide carbonique, et que dans le gaz oxygène les 8 chenilles péries en avoient absorbé 18°, et produit 8° d'acide carbonique.

Il paroît donc que les chenilles mortes, comme les chenilles vivantes, absorbent le gaz oxygène, et que les unes comme les autres en absorbent plus dans le gaz oxygène pur que dans l'air commun : dans tous les cas, cependant, les chenilles vivantes en absorbent plus que les mortes.

§ XXXI.

Doit-on dire à présent que les trachées des chenilles absorbent par leur action cette moitié de plus de gaz oxygène qui fait la différence entre l'absorption

des chenilles vivantes et celle des chenilles mortes; je ne le crois pas, parce qu'indépendamment de l'action des trachées, une chenille vivante doit absorber plus de gaz oxygène qu'une chenille morte, à cause des combinaisons qu'entraînent naturellement les opérations de la vie; mais dans ce cas on pourroit dire que l'animal mort en absorbe au moins autant que la chenille vivante par ses trachées seules, et certainement si ces chenilles s'étoient putréfiées, elles en auroient bien absorbé davantage.

Cette conclusion ne pourroit pourtant pas se généraliser pour tous les animaux, puisque la grenouille absorbe presque autant de gaz oxygène après sa mort, par sa peau, que la grenouille vivante par sa peau seule.

§ XXXII.

Puisque les chenilles vivantes et les chenilles mortes absorbent ainsi le gaz oxygène, on pourroit chercher si cette absorption n'éprouve aucune variété, si la quantité absorbée est plus ou moins grande dans les divers cas où l'on peut faire cette expérience. Cette idée me sembla devoir conduire une fois à des conséquences capitales, aussi je commençai à m'en occuper avec les chenilles.

Je choisis pour cela une chenille du jasmin, qui est une des plus grosses et des plus belles; je la renfermai, un matin, sous un récipient contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; elle s'agita, au bout d'une heure, de de manière qu'elle tomba dans l'eau qui fermoit l'appareil; elle y vivoit encore au bout d'une heure

après qu'elle y fût plongée ; j'examinai l'air où elle avoit vécu, et il me parut que dans ces deux heures, elle avoit absorbé 9° de gaz oxygène, et qu'elle avoit produit 4° d'acide carbonique.

Quatre jours après cette chenille étoit assez malade ; elle avoit changé de couleur : je la remis pourtant sous un récipient avec le même volume d'air, et je la laissai là pendant 20 heures ; je la retirai morte ; elle avoit absorbé 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et avoit produit 11° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Je la remis de nouveau dans la même quantité d'air pendant 18 heures ; elle absorba 18° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique.

Je l'exposai ensuite dans la même quantité d'air pendant 34 heures ; elle y absorba 16° de gaz oxygène, elle produisit 7° d'acide carbonique et 3° d'azote.

Quoiqu'elle fût morte depuis quelques jours, elle ne sentoit pas encore mauvais ; je la plaçai de nouveau dans la même quantité d'air pendant 24 heures ; elle y absorba tout le gaz oxygène, et produisit 8° d'acide carbonique.

Je la mis encore dans la même quantité d'air pendant 24 heures ; elle y absorba 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit 6° d'acide carbonique et 1° d'azote.

En suivant cette expérience de la même manière, pendant le même temps, elle absorba 8° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, elle produisit 6° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 7° d'azote.

Ensuite de la même manière elle absorba encore 7° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et elle produisit 7° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 5° d'azote.

Enfin, elle absorba encore 12° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique, lorsque je l'eus placée dans les mêmes circonstances.

Il résulte de ces expériences, que la chenille du jasmin absorbe plus de gaz oxygène pendant sa vie qu'après sa mort, pendant le même temps; que la diminution de cette absorption a presque toujours alors été plus petite ; enfin que ce n'a été qu'après sa mort que le gaz azote a paru et qu'il s'est augmenté.

Je dois observer ici, que l'on ne doit pas compter sur les quantités d'acide carbonique que j'ai données, parce que les récipiens étoient fermés par l'eau qui en aura beaucoup absorbé.

§ XXXIII.

Je voulus enfin comparer plus exactement la quantité de gaz oxygène absorbé par les chenilles fraîchement tuées, et par celles qui se corrompoient au point de sentir mauvais.

Je mis deux chenilles du chou tuées fraîchement sous un tube contenant 79,26 centimètres cubes, ou 4 pouces cubes d'air commun ; j'en mis deux autres qui sentoient mauvais sous un tube semblable, contenant la même quantité d'air ; je les y laissai pendant 6 heures à la température de 6° $\frac{1}{2}$.

Après avoir examiné l'air, je trouvai que les deux *chenilles fraîchement tuées* avoient absorbé 3° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique, et que les *chenilles putréfiées* avoient absorbé 4° $\frac{2}{5}$ de gaz oxygène, et produit 2° d'acide carbonique. Celles-ci avoient donc absorbé le plus de gaz oxygène et produit le plus d'acide carbonique.

§ XXXIV.

Enfin je voulus voir l'influence d'une chenille périe dans le gaz hydrogène, où elle étoit restée après sa mort pendant 22 heures; je la mis d'abord après dans un volume de ce gaz de 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube, où elle resta 26 heures; elle y produisit 5° d'acide carbonique: elle en avoit déjà produit 2° dans la première expérience.

Il résulte donc encore de là, que dans les deux cas le gaz acide carbonique trouvé est bien le produit de la chenille elle-même.

§ XXXV.

Voici les résultats généraux des expériences que je viens de raconter. 1.° Les chenilles absorbent tout le gaz oxygène de l'air commun dans lequel on les renferme, et elles y produisent l'acide carbonique.

2.° Quand on met les chenilles dans le gaz oxygène, elles en absorbent plus que dans l'air commun, et elles y ont plus de vivacité.

3.° Dans un temps donné, une chenille absorbe presqu'autant de gaz oxygène qu'une grenouille.

4.° Les chenilles devenues immobiles avant leurs métamorphoses supportent mieux la privation de l'air que les autres.

5.° Les chenilles exposées à la température de 0° du thermomètre de Reaumur n'altèrent point l'air où elles sont placées, parce qu'elles cessent de respirer.

6.° Les chenilles cessent de manger à la température de 6°, et de se transformer à celle de 9°.

7.° Les chenilles périssent dans les gaz nitreux, hydrogène et azote, mais elles sont seulement asphyxiées long-temps dans les deux derniers, où elles produisent l'acide carbonique.

8.° Les chenilles périssent sous l'eau après une longue asphyxie.

9.° Les chenilles mortes absorbent le gaz oxygène, et produisent les gaz acide carbonique et azote ; mais elles absorbent moins de gaz oxygène que les chenilles vivantes.

10.° Les chenilles mortes produisent le gaz acide carbonique dans le gaz hydrogène.

CHAPITRE II.

Des Chrysalides.

§ XXXVI.

Les chenilles n'ont encore joué que le premier acte de leur rôle dans la vie ; elle ont à changer d'habits et de masques, pour paroître dans les deux autres. Prêtes à quitter leur état rampant, les chenilles s'y préparent par le jeûne, et quand elles l'ont quitté, elles ont perdu toute leur activité, et vivent, si je puis m'exprimer ainsi, d'une vie tout-à-fait sourde, dont elles ne laissent presque apercevoir aucun signe ; leur immobilité apparente semble complète, et comme elles ne paroissent vivre que pour elles, elles vivent aussi dans une solitude absolue ; quelques-unes sont retirées dans des retraites profondes ; toutes se logent dans des étuis et dans des places, où l'on voit

bien qu'elles ont cherché à se garantir d'une foule d'accidens qu'elles n'auroient pu éviter dans cet état de chrysalide, puisqu'elles n'auroient pu alors ni les prévoir, ni les prévenir; mais ont-elles encore conservé des rapports avec l'air et la chaleur? C'est ce que les expériences suivantes pourront apprendre.

§ XXXVII.

J'avois tenu de jeunes chenilles du chou sur mon fourneau, à la température de 9 ou 10°; je les avois alors vues manger, croître et se développer complètement; elles devinrent enfin immobiles sur les parois du récipient où elles étoient renfermées, après s'y être attachées avec des fils de soie: un paquet de ces fils étoit lié à l'extrémité de l'animal, un autre paquet lui servoit de ceinture; de sorte qu'avec ces deux liens la chenille se fixa sur le plan où elle reposoit. Quand la chenille est dans cette situation, il est possible de l'en détacher en coupant ces fils; alors on peut la placer où l'on veut, elle ne fuira plus, elle restera immobile, et après cinq, six, sept ou 8 jours, la chenille se changera en chrysalide.

J'ai vu ce changement dans plusieurs chenilles; leur peau s'ouvre sur la tête, alors la chenille s'agite, se contourne; sa peau se fend toujours davantage et s'abaisse sur la partie inférieure; elle passe ainsi sous la ceinture qu'elle s'est faite, et va se réunir à l'extrémité postérieure, où elle forme une espèce de groupe; enfin la chrysalide paroît; sa couleur est d'un vert tendre, qui devient plus foncé, mais dans ces premiers momens la chrysalide est très-

molle, et l'on court risque de la blesser en la touchant; il en sort alors une humeur dont l'effusion la fait périr; mais son corps s'endurcit ensuite peu à peu.

J'ai remarqué que les chenilles se dépouilloient ainsi de leurs peaux dans quelques minutes; et j'en ai vu se changer de cette manière en chrysalides sur mon fourneau, où elles avoient éprouvé une chaleur de 30°; mais il est vrai que plusieurs y périrent.

§ XXXVIII.

Les chrysalides ont-elles besoin d'air pour vivre? Ou altèrent-elles l'air dans lequel on les renferme? Cette double question n'en forme qu'une seule que l'expérience pourra résoudre.

Je trouvai quatre chrysalides des chenilles du fenouil; chacune d'elles étoit attachée à l'écorce de cette plante, à peu près de la manière que j'ai décrite. Ces chrysalides me parurent vivantes; elles remuoient la partie postérieure de leurs corps de droite à gauche quand je les touchois.

Je les renfermai sur le mercure sous un tube qui pouvoit contenir environ 54,49 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{3}{4}$ cubes d'air commun; j'emploie ce mot *environ*, parce que je ne me servis pas de ma mesure pour introduire l'air, dans la crainte de nuire à des êtres aussi délicats; je les plaçai donc dans ce tube plein d'air sur une éponge, et par le moyen d'un syphon recourbé j'y fis entrer du mercure jusqu'à une hauteur que j'avois marquée.

Je les visitai 24 heures après; je m'aperçus qu'elles n'avoient plus de mouvement lorsque je touchai au

travers du mercure, avec un tube de verre, l'éponge sur laquelle elles reposoient; je les crus péries; je les retirai, mais je les trouvai pleines de vie, en touchant leurs parties inférieures.

J'examinai ensuite l'air où ces chrysalides avoient séjourné pendant 24 heures, et je vis qu'elles avoient absorbé 14° de gaz oxygène et produit 7° d'acide carbonique : je ne dis rien du gaz azote, parce que je n'avois pas mesuré exactement l'air qui étoit resté dans le tube.

§ XXXIX.

Je répétai cette expérience sur quatre chrysalides de la chenille du chou, précisément de la même manière que j'avois suivie pour la précédente, et en les secouant dans le tube où elles étoient placées sur le mercure, je me suis assuré, en les retirant de là au bout de quatre jours, qu'il n'y avoit eu que quelques heures écoulées depuis le moment où elles étoient péries.

J'examinai l'air où elles avoient séjourné pendant ce temps-là, et je trouvai qu'elles en avoient absorbé tout le gaz oxygène, et produit 10° d'acide carbonique, sans altérer la quantité de l'azote.

On peut donc conclure que l'air est nécessaire pour la vie des chrysalides, et qu'elles en absorbent tout le gaz oxygène.

§ XL.

Comme les chrysalides diffèrent des nymphes renfermées dans un cocon par une enveloppe plus

épaisse, qui sembloit devoir mieux les garantir du contact de l'air, il me parut nécessaire de répéter l'expérience précédente sur ce genre, pour en connoître les différences.

Je plaçai donc deux cocons de ver à soie faits depuis deux jours, sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et fermé par le mercure; je les laissai pendant quatre jours dans cet état; j'analysai alors l'air, et je trouvai que ces cocons avoient absorbé 17° de gaz oxygène et produit 8° d'acide carbonique.

J'ouvris ensuite les cocons, le mercure n'y étoit pas entré, et les nymphes étoient péries.

On pouvoit cependant soupçonner que l'enveloppe de ces nymphes avoit concouru à l'absorption du gaz oxygène, puisqu'elles y étoient renfermées : pour résoudre cette difficulté, je mis dans le même tube les deux enveloppes qui formoient les deux cocons, après en avoir ôté les nymphes, et je les laissai pendant le même temps dans la même quantité d'air; mais l'air n'y souffrit aucune altération. Il est donc bien prouvé que les enveloppes qui formoient les cocons, et que le mercure lui-même n'avoient point contribué à l'absorption du gaz oxygène dans cette expérience, par conséquent la nymphe seule avoit absorbé le gaz oxygène qui manquoit (1).

---

(1) *Note de l'Editeur.* Spallanzani a prouvé par des expériences que le mercure n'attire point l'air commun, sur lequel il repose pendant quelques jours.

§ XLI.

La manière de vivre des chenilles, celle des chrysalides et des nymphes sont trop différentes pour croire qu'elles aient rigoureusement, dans ces deux états, les mêmes rapports avec l'air; il me sembla curieux de m'en assurer encore, après avoir démontré la nécessité que les unes et les autres ont de respirer l'air atmosphérique.

Je trouvai de belles chenilles sur *l'anethum fœniculum;* il y en avoit deux ou trois prêtes à se métamorphoser. Ces chenilles avoient au dos et sur les côtés dix raies noires transversales, sur un fond rouge jaunâtre; leur longueur étoit de 4,55 centimètre, ou 18 lignes, leur grosseur lui étoit proportionnelle; elles se changèrent en chrysalides sous mes récipiens, et se lièrent à leurs parois par un fil de soie très-fin.

Je renfermai une de ces chenilles peu de temps avant son changement sous un tube contenant 24,76 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{4}$ cube d'air commun; il étoit clos par le mercure; je mis sous un autre tube semblable, avec la même quantité d'air, une chrysalide de la même espèce de chenille: la température étoit de 19°, et je les laissai dans cette clôture pendant 5 heures.

J'analysai l'air de la *chenille*, et je trouvai qu'elle avoit absorbé 18° de gaz oxygène, et produit 6° d'acide carbonique; mais la *chrysalide*, qui étoit aussi vive que la chenille, n'avoit absorbé que 5° de gaz oxygène, et avoit produit 3° d'acide carbonique.

§ XLII.

Cette grande différence d'absorption de gaz oxygène, indiquée déjà par l'état de ces animaux, me fit penser que la température pourroit y apporter quelques différences : je répétai donc cette expérience de la même manière à une température plus basse; e la prolongeai pendant 26 heures; le thermomètre fut à 8°.

La *chenille* absorba tout le gaz oxygène, et produisit $2^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; la *chrysalide* absorba $10^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit $1^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il est donc bien démontré que les chenilles ont absorbé beaucoup plus de gaz oxygène et produit plus d'acide carbonique que leurs chrysalides.

§ XLIII.

Ces expériences, qui démontrent une si grande différence entre la respiration des chenilles et celle des chrysalides, me fit faire quelques réflexions sur la respiration de ces dernières.

Il y avoit environ huit jours que plusieurs vers à soie avoient fait leurs cocons; j'en ouvris quelques-uns pour étudier les stigmates des chrysalides; ils me parurent très-visibles; j'en comptai six de chaque côté: ils sautent aux yeux. L'anneau, ou le segment qui termine la partie inférieure du corps, observé avec un verre, fait voir sur son côté un autre segment à demi caché.

Après cette observation, je comparai l'action de

l'huile sur les stygmates du ver à soie et sur ceux de sa nymphe, et je vis périr le ver dans peu de momens, lorsque ses stygmates furent recouverts d'huile ; mais je n'ai point vu que cette opération produisît les mêmes effets sur la nymphe ; je couvris d'huile ses 14 stygmates ; mais malgré cela elle agita encore la partie postérieure de son corps, quoique l'huile fût restée sur les stygmates pendant une heure.

Je plongeai ensuite tout le corps de la chrysalide dans l'huile ; mais un quart d'heure après elle ne donna aucun signe de vie ; cependant elle n'étoit pas encore morte.

Je mis après cela des vers à soie prêts à filer dans le gaz azote ; ils y périrent dans quelques instans ; mais leurs nymphes n'y périrent pas après un séjour de trois quarts d'heure ; elles remuèrent toujours leur partie postérieure lorsque je la touchois avec un cylindre de verre. Je les laissai pendant deux heures dans ce gaz ; elles me parurent bien alors au premier coup-d'œil parfaitement immobiles ; cependant, après les avoir retirées de cette atmosphère méphytique, et les avoir mises au grand air, elles donnèrent les mêmes signes de vie que celles qui n'avoient pas été dans ce gaz. Il y a donc une grande différence à cet égard entre la respiration des chenilles et celle des nymphes.

En comparant ensuite les stygmates d'un ver à soie avec ceux de sa nymphe, je trouvai que celle-ci n'avoit pas les deux stygmates qui sont les plus voisins de la tête dans le ver.

§ XLIV.

Je ne pouvois m'arrêter dans ces comparaisons entre la chenille et la chrysalide, ou la nymphe, sans rechercher l'influence de la chaleur et du froid sur cette dernière, puisque j'ai démontré celle qu'elle a sur la respiration des chenilles dans les § XV — XXI, et puisque j'ai fait voir combien elle étoit grande.

J'ai prouvé que les chenilles à la température de 0° du thermomètre de Reaumur n'altèrent point l'air où on les place; je voulus voir ce qui arriveroit aux chysalides exposées à cette température.

Je plaçai 2 chrysalides de la chenille du chou sous un tube contenant 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun; il étoit fermé par l'eau que les chrysalides ne pouvoient toucher : pour donner plus de force à cette expérience, je préparai un autre tube de la même manière, et je les exposai tous les deux pendant 11 heures de la nuit sur ma fenêtre; j'observai même de ramener les tubes et les chenilles à la température 0° du thermomètre, avant de disposer les appareils pour l'expérience, parce que la température où les chenilles avoient été se trouvoit de $5° \frac{1}{2}$.

Après ces 11 heures de clôture, je vis l'eau à demi-gelée, et le thermomètre à $0° - \frac{1}{2}$; alors j'analysai cet air, et je trouvai qu'il n'avoit souffert aucune altération : il est donc démontré que ces chrysalides n'avoient point absorbé de gaz oxygène et n'avoient point respiré.

On sait que les chrysalides ne passent pas leur hiver sous terre, mais qu'elles restent attachées aux murs, ou aux arbres en plein air, et qu'elles y sont exposées à toutes les intempéries de l'atmosphère. Ces expériences apprennent donc que les chrysalides ne gèlent pas quand le thermomètre est à 0°, mais qu'elles cessent alors de respirer.

§ XLV.

Quel sera donc le degré de froid où les chrysalides commencent à respirer ? Je crois l'avoir trouvé, en plaçant quatre chrysalides des chenilles du chou sous un tube contenant 24,76 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{4}$ cube d'air commun fermé par le mercure, et exposé à la température de 4 à 5°, où je les laissai pendant 33 heures ; alors je vis qu'elles avoient absorbé 6° de gaz oxygène, et produit 2° d'acide carbonique.

Il me paroît que ces chrysalides commencent alors à respirer, d'autant plus qu'ayant fait une expérience semblable à la même température, je trouvai l'air sans altération ; mais je donne la préférence à l'expérience précédente, qui m'a paru faite à tous égards avec plus de soin.

§ XLVI.

La saison s'étoit adoucie ; il y avoit plus de 20 jours que j'avois vu dans la campagne des papillons de la chenille du chou ; cependant quoique le thermomètre fût à 11° dans mon cabinet, il ne s'y étoit encore développé aucun papillon ; mon cabinet étoit pourtant tapissé de ces chrysalides ; il y en avoit encore sur une

corniche de mon fourneau, où elles ressentirent une chaleur assez forte; j'eus ainsi une occasion facile de les observer, et de faire quelques remarques qui pourront être curieuses dans l'histoire de ces insectes.

J'avois bien remarqué, comme on l'avoit déjà fait, que les chrysalides remuoient leur partie postérieure à droite et à gauche quand on les touchoit légèrement avec le doigt; mais j'ai encore vu sûrement qu'elles faisoient aussi ces mouvemens d'une manière très-marquée à l'approche vive du doigt, avant qu'il les touchât; ce qui prouveroit leur extrême sensibilité, puisqu'elles ont une enveloppe assez dure, et presque écailleuse.

§ XLVII.

J'ai dit que des chrysalides s'étoient établies sur la corniche de mon fourneau: il y en avoit quatre; trois périrent, une seule résista à la chaleur vive qu'elle dut y éprouver; elle étoit placée sur une saillie de la corniche qui se chauffe le moins: le 5 février 1798, elle se changea en papillon; celui-ci se plaça sur une autre saillie de la même corniche; il y resta la moitié du jour, et prit ensuite son vol pour s'appliquer sur un des carreaux de verre de la fenêtre.

Je fus curieux de savoir le degré de chaleur éprouvé par la chrysalide; je plaçai pour cela la boule d'un thermomètre dans l'enveloppe que la chrysalide avoit laissée, et je suivis sa marche depuis le moment où l'on alluma le fourneau, jusqu'à ce qu'il eût atteint sa plus grande chaleur: je le vis d'abord à $7^{\circ}\frac{1}{2}$, et peu à peu il s'éleva jusqu'à 16°, où il resta une

heure et demie, ensuite il continua de descendre pour revenir à 7° $\frac{1}{2}$; de sorte que comme mon fourneau s'échauffe toujours de la même manière, on peut calculer ainsi sa chaleur commune.

En réfléchissant sur ce fait, on s'étonne du passage brusque que la chrysalide supportoit de 7° $\frac{1}{2}$ à 16° dans l'espace d'un jour; cependant, le papillon s'est développé 40 jours plus tôt que ceux de la campagne, parce que la chaleur a été plus vive : Reaumur en a fait naître à la température de 32°, ou d'une poule qui couve.

§ XLVIII.

Mais la chaleur suffit-elle pour développer le papillon ? Je me suis proposé cette question, qui me paroissoit importante. Je plaçai des chrysalides de la chenille du chou sur une partie de mon fourneau où elles éprouvèrent une chaleur de 20°, pendant 26 jours, sans donner naissance au papillon, quoique les chrysalides y eussent conservé la vie, et quoique j'eusse vu des papillons paroître dans ma chambre lorsque la température y étoit à 10°; ce dernier degré de chaleur me semble donc celui qui est nécessaire pour cette transformation.

Il me paroît ainsi que la chaleur seule n'est pas suffisante pour opérer la métamorphose, mais il faut encore un certain temps pour la produire. Sans doute ce temps est nécessaire pour vaporiser une partie des fluides intérieurs des chrysalides; mais il est aussi indispensable pour préparer ceux qui doivent favoriser successivement le développement des parties du papillon.

§ XLIX.

Dans le même temps j'ai eu des chrysalides semblables, qui ont supporté pendant quelques mois une température de 2° sans être léthargiques, puisqu'elles remuèrent toujours la partie postérieure de leurs corps quand on les touchoit.

§ L.

Que deviendront les chrysalides mises dans divers gaz méphytiques? Les faits que les expériences doivent fournir seront fort utiles pour confirmer tout ce que j'ai déjà dit sur le besoin qu'elles ont du gaz oxygène; si elles y périssent, on sentira bien que la privation du gaz oxygène a été la cause de leur mort.

J'ouvris un cocon de ver à soie; j'en tirai la nymphe, et en l'agitant, je m'assurai par ses mouvemens qu'elle étoit pleine de vie; je la plaçai dans le gaz nitreux, où elle fut enfermée par le mercure; d'abord elle parut s'y contourner, mais un moment après ses mouvemens finirent avec sa vie.

Je répétai la même expérience sur les chrysalides de la chenille du chou, et j'eus rigoureusement les mêmes résultats.

§ LI.

L'action du gaz nitreux n'étoit pas propre à indiquer l'effet de la privation du gaz oxygène, puisqu'en se mêlant avec le gaz oxygène répandu sur le corps des chrysalides, comme avec celui qui étoit dans leurs trachées et sur leurs stygmates, il formoit l'acide nitreux, qui devenoit pour ces insectes une cause suffisante de leur mort.

Je plaçai donc des chrysalides de la chenille du chou dans le gaz azote ; elles s'y asphyxièrent dans l'instant même, mais elles n'y périrent pas entièrement, quoiqu'elles y eussent passé plusieurs heures.

Il paroît donc que les chrysalides, comme les chenilles, ont besoin du gaz oxygène pour respirer ; mais ce qui pourra étonner, c'est ce besoin qu'elles ont de gaz oxygène dans un état qui peut sembler jusqu'à un certain point léthargique.

§ LII.

On pouvoit prévoir ce qui arriveroit aux chrysalides plongées dans l'eau, après ce qui leur étoit arrivé dans le gaz azote, puisqu'elles devoient y être également privées du gaz oxygène.

Je plongeai des chrysalides de la chenille du chou sous l'eau, je les y tins pendant deux heures, mais elles y conservèrent la vie, et y mirent en mouvement la partie postérieure de leur corps, lorsqu'on la touchoit.

Il paroîtroit donc, ou que l'eau leur fournit de l'air, ou qu'elle ne leur intercepte pas la communication avec lui ; ou enfin, ce qui sembleroit plus vraisemblable, qu'elles peuvent supporter très-longtemps la privation de l'air.

§ LIII.

Enfin il me reste à examiner si les chrysalides mortes absorbent le gaz oxygène.

Je fis périr deux chrysalides de la chenille du chou

dans l'eau chaude, et je les plaçai dans un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure; elles y restèrent 20 heures sur mon fourneau.

J'examinai l'air après que cet espace de temps se fut écoulé, et je trouvai qu'elles y avoient absorbé $8^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et qu'elles y avoient produit $2^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ LIV.

Pour rendre cette expérience plus instructive et pour remplir le but que je m'étois proposé relativement aux chenilles, je voulus comparer l'absorption du gaz oxygène faite par les chrysalides vivantes et par celles qui étoient mortes.

Je plaçai pour cela sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure, deux chrysalides vivantes de la chenille du chou; je mis de même sous un tube semblable et disposé de la même manière, pendant le même temps, deux chrysalides mortes de la même chenille.

J'examinai l'air où avoient été les deux *chrysalides vivantes*, et je trouvai qu'elles avoient absorbé 9° de gaz oxygène et produit un degré $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique; elles vivoient encore après l'expérience.

Les deux *chrysalides mortes* absorbèrent $8^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent $1^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique:

Il résulte donc de ces expériences que les chrysalides vivantes n'ont absorbé que demi-degré de plus de gaz oxygène que les mortes; il paroît ainsi que

l'absorption faite par le jeu des trachées des chrysalides vivantes est très-petite, et par conséquent qu'elle doit être très-grande par leur peau.

§ LV.

Je mis enfin des chrysalides du chou putréfiées et sentant mauvais dans le gaz hydrogène, où elles produisirent l'acide carbonique, d'où l'on peut conclure qu'il sortit hors d'elles, puisqu'il n'y avoit aucune cause extérieure apparente de sa production.

§ LVI.

Il résulte donc de ces expériences :

1.° Que les chrysalides et les nymphes absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique ;

2.° Que les chenilles absorbent beaucoup plus de gaz oxygène que les chrysalides ;

3.° Que les chrysalides cessent de respirer et d'altérer l'air au degré zéro du thermomètre de Reaumur ;

4.° Que les chrysalides se transforment en papillon au 10° du thermomètre, et que la chaleur d'un poële beaucoup plus considérable ne hâte pas beaucoup cette métamorphose au commencement de l'hiver ;

5.° Que les chrysalides périssent d'abord dans le gaz nitreux et s'asphyxient sur le champ dans les gaz hydrogène et azote, mais qu'elles n'y périssent pas sur le champ ;

6.° Qu'un séjour des chrysalides sous l'eau pendant deux heures ne les tue pas ;

7.° Que les chrysalides absorbent le gaz oxygène

après leur mort, et qu'elles en absorbent presque autant que les vivantes.

CHAPITRE III.

Des Papillons.

§ LVII.

La chenille se présente ici sous de nouvelles formes et avec de nouvelles allures; elle ne semble avoir fait une longue pause sous la forme de chrysalide que pour acquérir une nouvelle agilité, mépriser la terre sur laquelle elle a rampé long-temps, et s'élancer dans les airs pour en faire son nouveau domaine; elle a revêtu de nouveaux goûts, de nouveaux désirs avec une nouvelle conformation, et a préparé pour le dénouement de son histoire tout ce qui pouvoit y intéresser l'observateur, par l'élégance de sa figure, l'éclat de ses couleurs, et la vivacité de ses mouvemens. Cette différence d'existence entraîne-t-elle à tous égards une différence dans la manière d'exister? Le papillon conservera-t-il tous les grands rapports qu'il avoit sous la forme de chenille, avec ce qui l'environnoit, ou se modifieront-ils comme ils s'étoient déjà modifiés sous la forme de chrysalides? Le papillon aura-t-il toujours en particulier avec l'air, ces rapports qui ont été démontrés dans les deux autres parties de sa vie? Ces questions méritoient bien d'être examinées, et ce chapitre sera employé à en ébaucher l'examen.

§ LVIII.

Quelle est donc l'influence des papillons sur l'air avec lequel ils sont renfermés ? Un papillon appelé *frullone*, en Lombardie, voloit dans ma chambre au mois de septembre, avec sa trompe déroulée, pour chercher sa nourriture ; quoique cette nourriture soit naturellement le nectar des fleurs, les papillons cependant entrent souvent dans les appartemens au printemps et en automne, quand les fleurs sont rares. Je pris ce papillon, je le mis sous un tube contenant 20,49 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et je l'y laissai pendant 22 heures.

En examinant ensuite l'air où ce papillon avoit été, je trouvai qu'il avoit absorbé $18^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit $8^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec 10° d'azote, le papillon étoit alors vivant et il prit son vol quand il fut libre.

§ LIX.

Je répétai cette expérience sur un autre papillon de la même espèce, et j'eus les mêmes résultats ; mais en la faisant je voulus la rendre plus piquante, en comparant l'absorption du gaz oxygène faite par ce papillon, et celle d'une grenouille placée dans les mêmes circonstances ; je trouvai que la grenouille avec ses larges poumons absorboit à peine autant de gaz oxygène que le papillon.

§ LX.

Je répétai encore la même expérience de la même manière sur la phalène appelée *paon* ; elle ne resta

que 18 heures dans sa clôture, elle y absorba pourtant 19° de gaz oxygène, elle produisit 7° d'acide carbonique et 20° d'azote.

Cette phalène avoit pourtant été enfilée par une aiguille lorsqu'on me la donna, mais elle reprit toute la vivacité de la vie la plus parfaite.

Je n'ai fait aucune expérience ni sur les salamandres, ni sur les grenouilles, qui m'ait fourni autant de gaz azote.

En rappelant l'absorption du gaz oxygène par la grenouille, je ne puis m'empêcher de remarquer ici, que cette grenouille étoit quatre ou cinq fois aussi grosse que la phalène, et quoique les trachées de celles-ci soient très-nombreuses, cependant un seul des poumons de la grenouille est aussi gros que la phalène elle-même.

§ LXI.

Je replaçai cette phalène, qui m'avoit fourni des résultats si singuliers, sous le même tube, avec la même quantité d'air fermé comme dans toutes les expériences précédentes, par le mercure, quand je n'indique pas que les moyens de clôture sont différens. Je laissai cette phalène 24 heures sous ce tube; elle s'agita d'abord beaucoup et long-temps; enfin elle se tranquillisa et périt à la fin de l'expérience.

En examinant l'air, je trouvai qu'elle avoit absorbé tout le gaz oxygène, produit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et laissé le gaz azote tel qu'il étoit. Cependant comme la phalène avoit péri, c'étoit le moment où l'azote devoit surtout paroître.

Les papillons absorbent donc le gaz oxygène, produisent l'acide carbonique, et il y en a qui donnent quelquefois beaucoup d'azote.

§ LXII.

Il me sembloit curieux de voir encore quelle seroit l'influence du gaz oxygène sur ces animaux ?

Je pris donc 4 papillons de la chenille du chou, que je mis sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz oxygène; je les y laissai pendant 6 heures; j'examinai ensuite ce gaz, et je trouvai qu'ils en avoient absorbé $18^{o}\frac{1}{2}$, et qu'ils avoient produit 11° d'acide carbonique : je trouvai ces papillons morts après s'être fortement agités.

J'eus un résultat à peu près semblable, en répétant cette expérience avec l'air commun de la même manière.

§ LXIII.

Nous avons comparé précédemment l'absorption du gaz oxygène par les chenilles avec celle des chrysalides ; pour continuer cette comparaison il faut la suivre entre les chrysalides et les papillons.

Je plaçai un papillon de la chenille du chou transformé depuis quelques heures sous un tube contenant 24,76 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{4}$ d'air commun fermé par le mercure ; je plaçai de même sous un tube semblable avec la même quantité d'air une chrysalide de la même chenille, et je les laissai pendant 48 heures dans cette clôture à la température de $8^{o}\frac{1}{2}$; je trouvai au bout de ce temps la chrysalide et le papillon pleins de vie.

Après avoir examiné l'air, je vis que le *papillon* avoit absorbé 15° de gaz oxygène et la *chrysalide* 5°.

Je répétai cette expérience rigoureusement de la même manière et j'eus un résultat analogue, puisque le *papillon* absorba 9° de gaz oxygène et la chrysalide 3°.

On voit donc que les chrysalides absorbent la moitié moins de gaz oxygène que les papillons qui viennent de naître.

§ LXIV.

Mais qu'arrivera-t-il à ces papillons de la chenille du chou, si on les place dans le gaz azote?

Je mis donc dans le gaz azote deux papillons de la chenille du chou qui étoient très-vifs; un instant après y avoir été, ils me parurent morts, je les retirai au bout de 3 minutes; mais quaud ils eurent été 4 ou 5 minutes à l'air libre, ils y reprirent la vie.

Je répétai cette expérience avec un papillon du ver à soie; il parut mort à l'instant même où il fut placé dans le gaz azote; il y resta $\frac{3}{4}$ d'heure, mais quand il eut été mis à l'air libre il y reprit la vie.

§ LXV.

Je mis ensuite deux papillons de la chenilles du chou dans le gaz hydrogène; ils y restèrent 21 heures à la température de 7°, ils ne donnèrent plus aucun signe de vie, ils y avoient été asphyxiés sur le champ comme les précédens.

Je répétai cette expérience, mais je la variai seulement dans sa durée, qui ne fut que de 4 heures et demie; alors les papillons asphyxiés reprirent la

vie à l'air libre ; je trouvai que dans le volume de 29,71 centimètres cubes, ou d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène, ils y avoient absorbé 5° de ce gaz et produit 2° de gaz acide carbonique.

§ LXVI.

Les papillons n'avoient point encore été mis sous l'eau ; j'y en tins deux pendant une heure, ils me parurent morts ; mais quand je les eus retirés et mis à l'air, ils reprirent la vie.

Il résulte donc de toutes ces expériences, que le gaz oxygène est indispensable pour la vie des papillons.

§ LXVII.

Pour finir l'histoire de la phalène paon dont j'ai parlé ci-devant (§ XLIV, XLV), et dont j'ai annoncé la mort, je voulus voir comment elle agiroit sur l'air après avoir perdu la vie : je la mis donc sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce et demi cube d'air commun, où je la tins pendant 24 heures.

Elle absorba encore tout le gaz oxygène, produisit 5° d'acide carbonique et n'altéra point la quantité de l'azote.

Il paroît donc qu'elle absorba autant de gaz oxygène après sa mort qu'avant ; mais elle produisit $\frac{1}{2}$ degré d'acide carbonique de plus.

§ LXVIII.

Etonné par le phénomène que m'avoit présenté la grande absorption du gaz oxygène par la phalène du paon, je la mis dans l'eau de vie, afin de pouvoir

l'étudier à mon aise : je l'ouvris et je trouvai qu'elle étoit une femelle, ayant dans le corps un très-grand nombre d'œufs, qui pouvoient avoir la longueur de 2,26 millimètres, ou une ligne, et qui formoient entr'eux une espèce de chapelet, comme on les trouve décrits dans l'anatomie du papillon du ver à soie faite par Malpighi.

Je remarquai un grand nombre de trachées tournant intérieurement autour du papillon et s'insérant dans ses viscères.

Ces trachées se présentent comme des fils fins et blancs, ou pour mieux dire comme les fils de soie d'araignée qui sont extrêmement fragiles.

Mais comment cette phalène peut-elle avoir produit par ces trachées la quantité d'acide carbonique que l'on a eue? Elle ne seroit en proportion ni avec le nombre des trachées, ni avec leur finesse, surtout quand on les compare avec les poumons des grenouilles, ou des salamandres. Il faut donc convenir que cette absorption ne se fait pas pas seulement par les trachées.

§ LXIX.

Il résulte de ces expériences sur les papillons :

1.° Qu'ils absorbent le gaz oxygène de l'air commun, qu'ils produisent l'acide carbonique et même quelquefois l'azote.

2.° Que les papillons périssent plutôt dans le gaz oxygène que dans l'air commun.

3.° Que les papillons absorbent plus de gaz oxygène que les grenouilles.

4.° Que les chrysalides absorbent moins de gaz oxygène que les papillons.

5.° Qu'ils sont seulement asphyxiés dans les gaz hydrogène et azote, et même dans l'eau, au moins pendant un temps assez long, et qu'ils y périssent pourtant quand le temps est encore prolongé.

6.° Enfin qu'ils absorbent beaucoup de gaz oxygène après leur mort.

CHAPITRE IV.

Des larves aquatiques des Demoiselles, et des Ephémères.

§ LXX.

Les vers, les insectes qui semblent épuiser dans la nature toutes les combinaisons propres à introduire toutes les variétés de formes, de manières de vie, et d'organisations; offrent à l'observateur de nouvelles recherches à faire sur leur respiration. Ce qui a été dit sur la respiration des chenilles, des chrysalides et des papillons, annonçoit déjà ces variétés, et faisoit désirer quelques recherches particulières sur la respiration des larves de mouches qui vivent dans l'eau, et sur celle de leur nymphe. Ce sujet a été traité par Reaumur avec sa sagacité et son élégance; mais il peut fournir encore la matière de découvertes intéressantes.

§ LXXI.

En m'occupant de la respiration des insectes, j'ai cru devoir me borner à quelques espèces; mais comme elles offrent des résultats qui diffèrent peu entre eux, je ne me suis plus arrêté à faire des articles séparés pour chacune; il m'a paru plus

convenable de rappeler quelques rapports de ressemblances et de différences que l'on peut remarquer sur la respiration de divers animaux de cet ordre.

§ LXXII.

Je conservois dans une petite cuve une grande quantité de larves de demoiselles sur de la fange recouverte d'eau ; j'en mis quelques-unes dans un verre plein d'eau pure ; mais comme elles étoient plus pesantes que l'eau, je les vis descendre au fond, dont elles faisoient le tour ; elles y restèrent pendant trois jours sans venir respirer. Ce phénomène excita ma curiosité, je m'amusai à le suivre.

§ LXXIII.

Quand ces larves sont plongées dans l'eau, elles inspirent et respirent continuellement l'eau : la partie inférieure de leur ventre a un mouvement continuel de contraction et de dilatation. Ce rithme est permanent ; j'ai pu compter dans une minute 60, 61, 59, battemens ; ce nombre varie avec les individus ; mais il est constant dans le même.

Ces larves peuvent vivre, pendant un temps donné, hors de l'eau, mais alors on cesse d'observer ces pulsations, parce que l'organe qui produit ce mouvement n'a plus d'eau à aspirer et à rendre.

Si l'on prend une de ces larves avec les doigts, en plaçant le ventre en bas, on lui voit ouvrir de temps en temps le trou placé à l'extrémité inférieure, et elle le laisse ouvert autant qu'il faut pour l'observer ; il paroît alors circulaire, mais il se ferme ensuite

entièrement. On aperçoit autour du trou 3 pointes pyramidales qui s'élèvent ; c'est par le trou que l'eau entre dans l'animal et qu'elle en sort. J'ai vu clairement deux grands stigmates dans le corselet et de plus petits sur les côtés.

Quand on tire ces larves de l'eau, et quand on les met à sec, elles cheminent avec vîtesse. Si on les remet ensuite dans l'eau, elles poussent par le trou que j'ai dépeint un ou même deux jets d'air qui occasionnent un léger sifflement.

Il résulte donc de cette dernière observation que la cavité intérieure où l'eau entre et d'où l'eau sort, a été remplie d'air quand la larve étoit hors de l'eau ; mais il en résulte aussi que cet air ne doit pas rester dans cette cavité, et qu'il doit en être chassé quand elle se remplit d'eau, lorsque la larve est dans ce fluide.

La couleur de cette larve est jaunâtre, mais la couleur est plus pâle sous le ventre ; c'est la *perle brune à raies jaunes :* son nom générique en italien est *cevettone.*

§ LXXIV.

La seconde espèce de ces larves diffère un peu des précédentes ; elles sont un quart plus courtes, leur surface supérieure est plus obscure, ou peut-être, pour mieux dire, noirâtres.

§ LXXV.

Reaumur, dans le Mémoire XI du volume IV de ses *Mémoires sur les insectes*, observe que lorsqu'on couvre d'huile les stigmates de ces larves, elles ne périssent point, que l'huile ne s'y attache pas, parce

qu'ils sont baignés d'eau, et que les stigmates se ferment si promptement que l'huile n'a pas le temps de les pénétrer. J'ai fait la même observation avec l'huile de noix, j'eus pourtant le soin d'essuyer les stigmates avant de les plonger dans l'huile ; alors je vis sortir par le trou de la partie postérieure de cette larve que je viens de décrire un jet d'air qui étoit précisément cet air qu'elle avoit absorbé lorsque je la tenois à sec ; mais il n'est point sorti d'air de leurs stigmates, et je n'ai vu que quelques bulles rares qui se sont échappées du corps.

§ LXXVI.

Les quatre larves que j'avois plongées dans l'huile et qui étoient restées au fond du vase pendant trois heures et demi, étoient vivantes et se mouvoient lentement sur le fond de ce vase ; il paroît bien donc que ces insectes ne pouvoient y respirer, et que leurs trachées, qui sont très-amples et très-belles, ne leur paroissoient pas servir pour la respiration de l'air, comme elles servent aux chenilles et à d'autres insectes à qui elles rendent le contact de l'air indispensablement nécessaire.

On ne sait que penser de ce phénomène ; mais on comprend sa possibilité, quand on sait que ces larves sont destinées à vivre sous l'eau. Reaumur apprend qu'elles restent ainsi sous l'eau 10 à 11 mois avant de se transformer. Qui sait si dans ces momens elles ont besoin de respirer l'air ? Qui sait si le seul air mêlé dans l'eau ne leur suffit pas ?

§ LXXVII.

Ces faits singuliers sembloient annoncer que ces larves sont alors sans rapports avec l'air atmosphérique ; mais ces phénomènes étoient trop extraordinaires pour les laisser sans éclaircissement. Je cherchai avec une curieuse attention à les comprendre, et à trouver les moyens de la nature, ou pour remplacer l'air dont elles paroissoient se passer, ou pour découvrir si elles en faisoient usage comme les autres animaux.

§ LXXVIII.

Je plaçai donc sous 2 tubes, contenant chacun 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air, 4 larves sous chacun d'eux; ils étoient fermés par l'eau, et je les disposai de manière que sous l'un de ces tubes les larves étoient dans l'eau, et sous l'autre elles y étoient dans l'air sur une éponge mouillée toujours pleine d'eau, parce qu'elle touchoit l'eau qui fermoit le tube. Je mis ensuite dans un vase ouvert et plein d'eau, 4 autres larves ; enfin j'en mis 4 autres dans un autre vase où elles étoient à l'air, sur une éponge toujours humectée ; je laissai ensuite ces 4 appareils dans cet état pendant 2 jours.

Les 8 dernières larves étoient vivantes, et celles qui étoient hors de l'eau ont réellement passé 48 heures sans manger et sans avoir eu besoin de l'eau pour vivre pendant ce temps-là.

Les 4 larves placées sur l'éponge sous un des premiers tubes ont été atteintes par l'eau qui s'est élevée dans le tube; il y en eut 3 qui se mouvoient

encore, mais il y en eut une surnageant l'eau qui périt.

Enfin les 4 larves qui étoient dans le tube où l'eau se trouvoit recouverte par l'air, périrent. Il paroît donc que la petite quantité d'eau qui les recouvroit, et qui étoit pourtant de 39,63 centimètres cubes, ou de 2 pouces cubes, leur est devenue plus nuisible que les 49,53 centimètres, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air qui recouvroient les 4 larves de l'autre tube.

Je passai à l'examen de l'air qui étoit au dessus de l'eau où les 4 larves étoient péries, et je trouvai qu'elles y avoient absorbé 4° de gaz oxygène, et produit 4° d'acide carbonique; mais cette absorption du gaz oxygène ne peut venir que de l'absorption que l'eau en a faite pour remplacer celui que les larves y avoient pris, ou parce que ces larves sont venues respirer cet air, ce qu'elles ont pu faire puisqu'elles nagent fort bien, et puisqu'on les voit quelquefois venir à fleur d'eau.

§ LXXIX.

Les 4 larves renfermées sous le tube et placées sur l'éponge humectée dans les 40,31 centimètres cubes, ou les 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air, périrent le troisième jour, tandis que les 4 larves qui étoient sur une éponge humectée à l'air libre continuèrent à vivre.

J'examinai l'air du tube, où les premières larves étoient péries, et je trouvai qu'elles avoient absorbé à peu près tout le gaz oxygène; le phosphore n'y fit apercevoir qu'une légère fumée, mais elles avoient produit 7° d'acide carbonique et absorbé 7° d'azote.

On voit ainsi la grande différence qu'il y a entre

les 4 larves restées à sec à l'air libre, et celles qui étoient renfermées sous un tube, puisque celles-ci dépouillèrent presqu'entièrement l'air commun de son gaz oxygène.

Enfin les larves mises sous l'eau dans un vase ouvert n'ont pas discontinué d'y vivre, soit parce que l'air pouvoit s'y renouveler, soit peut-être aussi parce que la quantité d'eau y étoit plus grande.

§ LXXX.

Je voyois bien, par cette expérience, que l'air étoit nécessaire à ces larves; mais je ne le voyois pas encore assez clairement; il falloit donc employer d'autres ressources pour acquérir la lumière qui me manquoit.

Je mis 4 larves sous un tube contenant environ 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'eau, parfaitement plein et renversé dans un vase plein d'eau. J'en mis 4 autres sous un tube semblable, également plein et renversé dans un vase plein d'eau dont j'avois couvert le fond avec cette boue où je les avois trouvées; à la fin du jour toutes ces larves étoient péries.

On comprend bien que la petite quantité d'eau où ces larves étoient placées avoit hâté leur mort; mais je ne saurois croire qu'elle ait été causée par ce que les larves n'avoient pas été à l'air libre. J'avois bien observé que les larves qui sont dans un vase à moitié plein d'eau, viennent très-rarement à sa surface, qu'elles ne touchent même cette surface qu'avec la pointe de la tête, et qu'après un contact

très-rapide, elles s'enfoncent immédiatement dans le fluide où elles sont : ce qui pourroit faire plutôt soupçonner qu'elles évitent l'air aussitôt qu'elles le sentent, peut-être parce qu'il n'est pas l'élément où elles doivent habiter ; aussi je pensai que leur mort étoit amenée par l'altération que l'eau pouvoit avoir soufferte par leur séjour dans cette clôture.

§ LXXXI.

Pour éclaircir cette question il me falloit d'abord chercher, si la vie de ces larves dépendoit de la quantité d'eau dans laquelle on les met. Afin de remplir ce but, je mis 4 larves de la même espèce sous un récipient plein d'eau, et renversé sur son ouverture, qui contenoit 594,50 centimètres cubes, ou 30 pouces cubes de ce fluide. Les 4 larves y périrent dans 18 heures.

Je mis de même 4 autres larves sous un récipient de la capacité de 455,96 centimètres cubes, ou de 22 pouces cubes plein et renversé de même sur son ouverture ; elles y périrent au bout de 15 heures.

Il paroît clairement par cette expérience que la mort de ces larves ne doit pas être causée par l'altération de l'eau, mais plutôt par la privation de l'air qu'elles n'ont pu respirer ; de sorte que les soupçons que j'avois formé d'abord ne me paroissent pas fondés.

Ma dernière conclusion me sembla d'autant plus vraie que ces larves que j'avois d'abord cru péries ont repris le mouvement et la vie après avoir été exposées à l'air libre pendant quelque temps, et à cet égard elles ressembloient alors à cette foule d'animaux qui

paroissent noyés dans l'eau quand ils y ont été submergés pendant quelque temps, et qui reprennent la vie quand on les en retire et quand on les met à l'air.

§ LXXXII.

J'ai déja observé plus d'une fois qu'en renfermant les larves de cette espèce, sous l'eau, elles y périssoient plus tôt ou plus tard, suivant la plus ou moins grande quantité d'eau où elles étoient placées. Je pensois que cela arrivoit parce qu'elles ne pouvoient pas venir respirer à la surface de l'eau dans les vases pleins et renversés dans un vase plein d'eau; mais j'imaginai ensuite qu'elles y périssoient, parce que leur séjour dans cette eau renfermée pouvoit l'altérer; j'ai même commencé d'éclaircir cette difficulté dans le paragraphe précédent, cependant la solution ne m'a pas parue complétement satisfaisante. Je voulus faire donc une expérience décisive.

Je pris un tube qui avoit un petit trou à l'une de ses extrémités, et je fermai l'autre par une toile, après y avoir mis 4 larves de la même espèce; je plongeai alors ce tube dans l'eau claire d'une mare qui remplissoit complétement le tube, et qui laissoit à l'eau le moyen de se renouveler, surtout quand les larves l'agitoient par leurs mouvemens. Eh bien au bout de 24 heures 3 de ces larves périrent.

Il est donc bien évident que ce n'est pas l'altération de l'eau qui a causé la mort de ces larves; mais le défaut d'air à respirer: il est pourtant bien vrai que l'eau où je les mis étoit stagnante; mais cela ne pouvoit me causer aucun scrupule, puisque c'étoit

précisément dans cette eau où j'avois trouvé es larves que j'employois pour mes expériences, et où elles avoient paru mener doucement la vie.

§ LXXXIII.

Mais pourtant comment respirent ces larves? Comment agissent-elles sur l'air ? Ce sujet restoit toujours dans les ténèbres, et ma curiosité redoubloit avec les obstacles que je rencontrois pour la satisfaire. Je voulus encore étudier ce phénomène.

Je mis dans un vase de verre, rempli à moitié d'eau, 8 larves de la même espèce que les précédentes. Je les observai attentivement pendant 3 heures, et je n'en vis pas une seule venir à la surface de l'eau; je les y avois placées sur le même fond où je les avois prises; je vis ensuite par leurs excrémens qu'elles s'y étoient nourries, et j'ai vu qu'elles y ont vécu quelque temps; mais j'ai vu aussi qu'elles n'ont pas besoin de respirer l'air pour vivre, ou que si elles le respirent c'est au moins très-rarement.

J'ai pourtant remarqué que lorsqu'elles étoient renfermées dans l'eau sans communication avec l'air extérieur, elles y périssoient, et qu'elles y périssoient d'autant plus vîte que les vases étoient plus petits; j'ai même démontré que l'altération de cette eau, par le séjour que ces larves pouvoient y faire, ne sauroit occasionner leur mort, quoique l'on ait bien observé que les poissons mouroient dans les vases dont on ne renouveloit pas souvent l'eau, et que cette eau stagnante étoit alors une cause assez habituelle de leur mort, comme M.r Broussonnet l'a particulièrement

fait voir dans un *Mémoire sur la respiration des poissons*, publié dans le *Journal de physique*, T. XXXI, page 303.

§ LXXXIV.

J'ai dit que ces larves, dans des vases à demi pleins d'eau, venoient quelquefois à la surface de ce fluide : cette circonstance fixa mon attention, et je résolus de l'observer avec tout le soin possible.

Je mis plusieurs larves de la même espèce dans un vase de verre de 4,87 décimètres, ou de 18 pouces de haut, et de 6,75 centimètres, ou de 2 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre, je le remplis d'eau pour voir si les larves viendroient du fond respirer à la surface.

Je remarquai bientôt que tantôt l'une tantôt l'autre se détachoit du fond, et qu'elles faisoient tous leurs efforts en nageant pour atteindre la surface de l'eau, qu'elles suivoient alors les parois du vase, et qu'elles arrivoient enfin avec beaucoup de peine au terme de leur voyage.

J'avois alors les yeux fixés sur le vase, et je voyois qu'à peine elles avoient mis l'extrémité de leur tête hors de l'eau, elles se laissoient aller à fond, en s'abandonnant à leur propre pesanteur.

On sait que ces larves ont au corselet 2 stigmates, mais quoique j'aie vu plusieurs larves monter à la surface de l'eau, je n'en ai pas vu une seule qui se soit assez élevée au dessus de l'eau pour avoir ces stigmates au dehors de ce fluide ; leurs têtes seules étoient toujours en haut.

Il est arrivé même quelquefois que ces larves

n'atteignoient pas la cime de l'eau, et qu'elles redescendoient sans y être arrivées, ou qu'elles se reposoient sur le milieu des parois du vase, et recommençoient leur voyage après cette pause; ensuite elles restoient des quarts d'heure avant de remonter, et elles imitoient en cela les salamandres. Au bout d'un jour je trouvai ces larves encore vivantes, mais elles montoient toujours, quoique rarement, à la la surface de l'eau.

Il seroit bien possible que ces larves respirassent par la bouche, mais je n'en ai aucune preuve. Les salamandres chassent une bulle d'air hors de la bouche quand elles viennent à la surface de l'eau, mais les larves n'en rendent point, ou plutôt je ne leur en ai jamais vu rendre.

§ LXXXV.

Enfin je tentai un nouvel effort pour découvrir la manière dont ces animaux respiroient; j'ai dit respiroient, parce que l'altération que l'air éprouve lorsque ces insectes sont renfermés avec lui, ne me laissoit aucun doute sur leur respiration par l'effet qu'elles produisent sur lui.

Je teignis une certaine quantité d'eau en rouge avec une terre minérale, et je vis flotter dans l'eau les petits atomes rouges de cette terre mêlés avec elle; j'y plaçai alors mes larves, dans l'espérance de voir les deux courans de l'eau, dont l'un devoit entrer dans la partie postérieure de l'insecte, et dont l'autre devoit en sortir; mais cela ne se passa point de cette manière.

Autour de cette extrémité postérieure que j'ai décrite (§ LXXIII), j'aperçus un mouvement perpétuel de ces atomes colorés qui tournoyoient ; ensuite ces atomes, ainsi agités vers ce trou, y faisoient une espèce de moulinet, ou comme une espèce de tourbillon ; mais je n'aperçus point l'apparence des deux courans : je vis pourtant très-bien que ces atomes extérieurs étoient engloutis dans le trou ; cependant le rithme de cette respiration étoit évident par la contraction et l'élargissement de la partie inférieure du corps de l'insecte, surtout vers l'extrémité.

§ LXXXVI.

J'ai vu pendant 20 jours, 5 larves de cette espèce vivre très-bien dans l'air commun, sans manger ; elles étoient placées sur une éponge dont j'entretins l'humidité pour empêcher la dessication de ces larves.

Il paroît donc que ces larves peuvent vivre long-temps sans manger et sans respirer l'eau, mais je leur vis constamment alors ouvrir et fermer le trou de leur partie postérieure, et ce mouvement occasionnoit même un petit bruit.

§ LXXXVII.

Je plaçai 4 larves de la même espèce dans le gaz azote produit par la combustion du phosphore dans l'air commun ; je les vis d'abord s'y mouvoir avec une grande vivacité ; elles vivoient encore dans ce gaz après une clôture de 4 heures, mais je les y trouvai péries le lendemain.

Cette expérience prouve que ces larves périssent

beaucoup plus tôt dans le gaz azote que dans l'air commun, ce qui montre que ces larves ont besoin de l'air, ou du gaz oxygène, pour vivre, mais qu'elles ne périssent pas aussi vîte que les autres insectes dans le gaz azote.

Il faut pourtant observer que ces larves mises dans le gaz azote comme dans l'air commun, ouvrent et ferment ce trou de leur partie postérieure, comme si elles cherchoient à respirer ce gaz. Elles remplissent d'air cette cavité, et on le voit sortir quand on plonge ces larves sous l'eau après avoir été dans l'air ou dans les gaz méphytiques.

§ LXXXVIII.

Mais ces larves seront-elles soumises après leur mort aux mêmes loix que les autres animaux ? Dans les mêmes circonstances auront-elles encore les mêmes rapports avec l'air?

Je mis dans 40,31 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, 4 larves mortes; elles y étoient renfermées dans un tube par le mercure ; je les y laissai pendant 3 jours, elles produisirent 10° d'acide carbonique, absorbèrent tout le gaz oxygène et laissèrent l'azote sans altération.

Ces larves paroissent donc absorber au moins autant de gaz oxygène après leur mort que pendant leur vie ; ce qui est contraire à ce que nous avons communément observé.

§ LXXXIX.

Les larves d'éphémères ont à peu près les mêmes rapports avec l'air que les larves des demoiselles.

§ XC

Il résulte de ces expérienees :

1.° Que les larves des demoiselles peuvent vivre quelque temps sous l'eau et dans l'huile ;

2.° Que ces larves ont besoin de l'air pour vivre ;

3.° Qu'elles périssent sous l'eau recouverte par l'air dans les vases clos ;

4.° Que l'on peut découvrir en elles le jeu de leur respiration ;

5.° Qu'elles peuvent vivre assez long-temps dans l'air sans manger ;

6.° Qu'elles périssent plus tôt dans le gaz azote que dans l'air commun ;

7.° Que ces larves absorbent au moins autant d'air après leur mort que pendant leur vie.

CHAPIRE V.

Des vers à queue de rat.

§ XCI.

Comme la nature est si variée dans ses productions, elle impose à celui qui l'observe l'obligation de la suivre dans ses variétés ; on la connoîtroit mal si l'on vouloit la décrire seulement d'après les faits que l'on a pu voir : si elle annonce une certaine uniformité dans son plan, elle s'est réservée le choix des moyens pour y arriver, et nous courrions le risque de la faire mal connoître, en jugeant témérairement l'inconnu par le connu. L'analogie qui peut aider le

naturaliste dans ses recherches devient souvent la cause de ses erreurs quand elle n'est pas soutenue par l'observation et l'expérience, et si cette manière d'étudier la nature est longue et pénible, elle a le grand avantage de donner pour l'ordinaire toujours des connoissances solides, et de dédommager celui qui s'en sert avec circonspection par des découvertes aussi précieuses qu'inattendues.

§ XCII.

Après avoir vu les expériences que je viens de raconter sur les larves des demoiselles et des éphémères, je résolus de les suivre sur les vers à queue de rats que Reaumur a si bien décrits dans le Tome IV de ses *Mémoires sur les insectes*.

Je les trouvai dans un fossé qui contient très-peu d'eau, mais où il y avoit beaucoup de matières en fermentation. J'y observai les débris de la lentille de marais presqu'entièrement décomposée.

Je vis dans ce fossé, non-seulement ces larves à longue queue, mais encore plusieurs larves ou nymphes qui avoient subi leur première transformation, et qui avoient déjà intérieurement ces 4 petites cornes dont parle Reaumur, et que ce grand naturaliste représente comme autant de trachées.

Ces nymphes étoient placées à sec dans ces parties du fossé qui étoient au dessus du niveau de l'eau.

§ XCIII.

Je renfermai 6 vers à queue de rat dans un vase de verre, où je les recouvris avec une lame d'eau qui

pouvoit avoir 2,7 centimètres, ou un pouce d'épaisseur; chacun de ces vers avoit la tête en bas et la queue en haut; la pointe de la queue sortoit à peine hors de l'eau.

Ces vers étoient encore en vie au bout de 24 heures, quoiqu'ils n'eussent rien à manger. Deux de ces vers retirèrent à eux de dessous l'eau la pointe de leur queue, et il en sortit une très-petite bulle d'air, d'abord presqu'invisible, mais qui grossit bientôt et devint ensuite au moins du diamètre de 2,26 millimètres, ou d'une ligne, ensuite elle diminua peu à peu et s'évanouit.

§ XCIV.

Je plaçai après cela 6 vers à queue de rat sous un récipient contenant 40,31 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, fermé par l'eau; je les y laissai pendant trois jours, et je les trouvai péris.

J'examinai l'air où ils avoient vécu, et je vis qu'ils avoient absorbé 19° de gaz oxygène, et qu'ils avoient produit 3° d'acide carbonique et 3 d'azote.

Mais comme ces vers étoient morts depuis quelques heures, j'ai cru que cette circonstance pouvoit être la cause de cette production d'azote. J'observerai encore qu'il n'est pas possible d'estimer la quantité de l'acide carbonique produit, parce que l'appareil étoit fermé par l'eau, et qu'il est bien probable qu'une partie de cet acide avoit été absorbée par ce fluide.

Mais quoiqu'il en soit, il est toujours prouvé que ces vers absorbent le gaz oxygène dans l'air commun, qu'ils l'absorbent dans une très-grande quantité, et

qu'ils l'auroient absorbé totalement s'ils avoient pu vivre dans cette clôture.

§ XCV.

Je mis ensuite 6 vers à queue de rat dans un vase où il y avoit 6,75 centimètres, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ d'eau, sur un fond formé par la même bourbe, où je les avois trouvés dans un fossé; par cette disposition ces insectes pouvoient trouver la nourriture qui leur convenoit.

Comme ces vers sont plus pesans que l'eau, ils allèrent à fond presque sur le champ; mais d'abord ils élevèrent la queue, l'alongèrent et la portèrent en haut autant qu'ils purent; cependant, comme toute sa longueur est environ de 2,7 centimètres, ou d'un pouce, ils ne purent atteindre avec elle l'air qui étoit au dessus de la surface de l'eau. Dès ce moment ils s'agitèrent continuellement; ils furent toujours en mouvement; ils formèrent tantôt des groupes, tantôt ils se séparèrent; ils cherchèrent à monter sur les parois du vase, mais ils ne purent en venir à bout; en un mot ils firent les plus grands efforts pour porter les pointes de la queue à la surface de l'eau. Quelquefois j'aperçus de petites bulles d'air à la pointe de ces queues; elles croissoient, diminuoient et disparoissoient; enfin les forces de ces vers s'épuisèrent, ils ne purent plus élever la queue; alors ils tournèrent lentement sur le fond du récipient au tour de ses parois, et au bout de 20 heures ils furent tous morts. On voit ainsi qu'ils ont besoin d'air et qu'ils périssent quand ils ne peuvent être en contact avec lui par l'extrémité de la queue.

§ XCVI.

J'avois fait toutes ces expériences et quelques-autres que je rapporterai encore, lorsque je découvris dans un fossé une grande quantité de ces vers à queue de rat, qui me parurent plus beaux, plus forts et plus vigoureux que ceux dont je m'étois servi jusqu'alors. Je répétai avec eux toutes les expériences que je viens de rapporter, et j'en fis de nouvelles que je raconterai encore.

§ XCVII.

Ces vers fixèrent mon attention, et je comparai ce qu'ils offroient à ma vue avec la description que Reaumur en a donnée. Je vis que ce grand observateur avoit remarqué que l'extrémité de la queue de ces vers à queue de rat se terminoit par 5 appendices, et qu'il croyoit avoir vu à leur extrémité 2 trous respirateurs : mais dans les vers que j'ai observé j'ai vu 7 appendices, et quand la queue étoit tranquille, je n'ai pu voir les 2 trous, mais un seul très-petit qui sortoit à peine de l'eau pour être en contact avec l'air ; j'ai pu encore observer quelquefois, à l'extrémité de cette queue, ou sur ce petit trou, une petite bulle qui, comme je l'ai déja dit, s'augmentoit, diminuoit et disparoissoit.

§ XCVIII.

Je mis 2 de ces vers sous un tube plein d'eau et renversé sur son ouverture dans un vase plein d'eau, ils y périrent au bout de 4 heures.

§ XCIX

Je mis 3 de ces vers sous un tube, où ils étoient sous une lame mince d'eau recouverte par 20,41 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; ils périrent au bout de 3 heures, absorbèrent 3° de gaz oxygène, et produisirent 3° d'acide carbonique.

§ C.

Quoique cette expérience ne fût qu'une répétition des précédentes, je voulus la répéter encore en la variant, et en y introduisant une autre circonstance; il falloit voir ce qui arriveroit à ces larves en leur laissant une libre communication avec l'air, après leur avoir intercepté cette communication qu'ils ont avec lui ordinairement par le moyen de la queue.

Je mis donc d'abord 3 de ces larves sous l'eau comme je les avois trouvées dans le fossé, et je les enfermai de cette manière sous un tube avec 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, reposant sur l'eau renfermée dans le tube fermé par la même eau.

J'en mis 3 autres semblables, et de la même manière, sous un autre tube, mais je leur liai la queue avec une soie, de manière qu'ils ne pouvoient plus respirer par les organes qui y sont placés pour cela.

Je laissai ces 6 vers dans cet état pendant 8 heures, et j'essayai au bout de ce temps-là l'air où ils avoient vécu; tous ces vers étoient alors vivans.

Je trouvai que les 3 premières larves avoient absorbé 9° de gaz oxygène et produit 3° d'acide carbonique.

Les larves qui avoient eu la queue liée, ou qui n'avoient pu respirer, avoient absorbé 5° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique.

Cette expérience est importante, elle prouve comment ces vers absorbent en respirant le gaz oxygène, et produisent l'acide carbonique; mais ils montrent aussi que ces vers qui ne respirent pas absorbent encore le gaz oxygène dans une quantité moindre, mais toujours bien considérable, et qu'ils produisent moins d'acide carbonique.

Il paroît donc que ces animaux, comme tous ceux dont je parlerai, absorbent non-seulement l'air par leurs organes respirateurs, mais encore par le reste de leur corps.

§ CI.

Ce n'étoit point assez, il falloit voir ce qui arriveroit à ces vers dans le gaz azote.

Je renfermai 6 vers à queue de rat dans un tube rempli par ce gaz et fermé avec l'eau du fossé où ils étoient quand je les pris. Ces vers furent recouverts dans ce tube par une lame d'eau qui étoit presque de 2,7 centimètres, ou d'un pouce d'épaisseur.

Ces vers commencèrent à courir çà et là; il y en eut même qui arrivèrent jusqu'aux parties des parois du verre qui étoient à sec; d'autres s'enfoncèrent sous l'eau; aucun n'alongea la queue, et ne chercha à respirer par son moyen. Ils furent tous morts au bout de 10 heures.

§ CII.

Il me restoit à rechercher les rapports des vers à queue de rat morts dans l'air. J'en plaçai 6 qui

étoient morts sous un tube fermé par l'eau, contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun ; ils y restèrent pendant 2 jours.

J'essayai alors l'air, et je trouvai qu'ils avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique. Ces mêmes vers qui avoient été précédemment pendant 3 jours en vie dans la même quantité d'air, et qui y étoient morts, avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 3° d'acide carbonique.

Il sembleroit donc que ces vers absorbent plus de gaz oxygène après leur mort, et produisent moins d'acide carbonique.

§ CIII.

Quels sont les rapports des nymphes des vers à queue de rat avec l'air ? Il étoit important de le savoir pour compléter ces recherches, puisque les chrysalides et les nymphes de chenilles absorbent le gaz oxygène, comme je l'ai fait voir ailleurs (§ XL et suivans).

Je tins pendant 6 jours 6 de ces nymphes ayant leurs cornes décrites par Reaumur, dans un tube contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, et fermé par le mercure ; mais je les trouvai péries et sentant mauvais : la température étoit de 20°.

J'essayai l'air où ces nymphes avoient été renfermées ; le gaz oxygène avoit été presqu'entièrement absorbé ; je n'en trouvai que $\frac{1}{10}$ de degré, elles avoient produit 14° d'acide carbonique et 5° d'azote.

On voit bien que ces nymphes ne pouvoient vivre

dans cet air, puisqu'elles périssent dans le gaz azote ; celles-ci auroient dû s'y transformer parce qu'elles étoient près de leur transformation: mais cet air, privé d'une partie de son oxygène, leur nuisit tellement qu'elles ne purent arriver au dernier état de leur vie ordinaire.

§ CIV.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que les vers à queue de rat absorbent le gaz oxygène de l'air où on les place, même sous l'eau, et produisent l'acide carbonique ;

2.° Qu'ils périssent dans un air renfermé lorsqu'ils y séjournent quelque temps ;

3.° Qu'ils périssent aussi sous l'eau recouverte par l'air, quand leurs queues ne peuvent se mettre en contact avec l'air ;

4.° Qu'ils absorbent le gaz oxygène quand on lie leurs queues, quoiqu'ils ne puissent pas alors respirer.

5.° Qu'ils périssent dans l'eau recouverte par le gaz azote ;

6.° Qu'ils absorbent le gaz oxygène après leur mort;

7.° Que leurs queues ont 7 appendices ;

8.° Que leurs nymphes périssent dans un air renfermé et ne s'y transforment point;

CHAPITRE VI.

De quelques vers longs, noirâtres et à anneaux.

§ CV.

Dans le fossé où j'avois trouvé les derniers vers à queue de rat dont j'ai parlé, je découvris plusieurs autres vers, respirant par la queue, dont Reaumur parle, T. IV, page 34; je les soumis aux mêmes expériences que les précédens, pour étudier leur respiration. Je les appellerai *vers longs, noirâtres et à anneaux.*

§ CVI.

Avant de faire ces expériences je fus curieux de connoître leur poids; j'en pris un d'une grandeur moyenne, peut-être un peu au-delà; il pesa 212 milligrammes, ou 4 grains; un ver à queue de rat pesoit 68 milligrammes, ou 1 grain $\frac{1}{3}$. La larve des demoiselles pesoit 265 milligrammes, ou 5 grains.

§ CVII.

On ne peut se dissimuler l'importance de ces expériences sur des espèces voisines; c'est un genre de répétition plus propre que tout autre à vérifier ce que l'on peut avoir déjà vu; aussi j'ai cru devoir m'arrêter encore un moment pour assurer des faits qui méritoient bien qu'on les revît avec soin d'une autre manière.

§ CVIII.

Je tins d'abord sous l'eau 2 de ces vers longs, noirâtres et à anneaux, et je vis sortir de leur partie

postérieure une bulle qui avoit un diamètre de 3,39 millimètres, ou d'une ligne $\frac{1}{2}$, elle fut bientôt absorbée par l'une de ses pointes, elle s'échappa ensuite d'une autre pointe et arriva à la surface de l'eau.

§ CIX.

Je mis ensuite 3 de ces vers sous un tube contenant 53,49 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun ; ils étoient placés sur une éponge humectée et je les y laissai pendant 20 heures ; au bout de ce temps j'en trouvai un tombé dans l'eau qui fermoit l'appareil, mais tous les 3 étoient morts.

En essayant l'air je vis que ces vers avoient absorbé tout le gaz oxygène, et produit 2° d'acide carbonique, ou plutôt il resta 2° de cet acide qui n'avoit pas été dissous dans l'eau ; je découvris aussi 4° d'azote produit peut-être depuis la mort de ces vers.

J'avois mis dans le même temps 3 de ces vers au fond d'un petit tube ouvert, où ils étoient à peine baignés par l'eau, parce que j'avois voulu prévenir leur desséchement, et par conséquent leur mort, que ce desséchement auroit pu occasionner, afin de comparer mieux leur état dans l'air libre avec celui où ils étoient dans l'air clos; mais j'en trouvai 2 qui s'étoient échappés ; il y en restoit 1 vivant, il suffisoit pour conclure que dans le cas précédent les 3 vers étoient morts parce qu'ils avoient manqué de gaz oxygène.

§ CX.

Je mis ensuite 2 de ces vers sous un tube plein d'eau et renversé sur son ouverture dans l'eau, pour leur

intercepter toute communication avec l'air extérieur. J'en mis en même temps 2 dans un autre tube semblable, plein d'eau, mais ouvert au sommet et communiquant ainsi facilement avec l'air.

Ces deux derniers moururent et en les comprimant sous l'eau avec une plume à écrire; il parut à la pointe de la queue de petites bulles d'air.

Les deux autres vers du tube fermé et plein d'eau étoient vivans.

Si le contraire étoit arrivé, si les 2 vers du tube ouvert avoient vécu, tandis que les autres seroient morts, on auroit dit que l'eau gâtée du tube fermé auroit hâté leur mort; mais cela n'a pas été de cette manière; que faut-il donc en conclure? Il me semble que l'on peut dire, avec vérité, que lorsque ces vers ne peuvent pas inspirer l'air, ils périssent comme je l'ai vu dans ce tube, ou que ces vers ne pouvoient mettre la queue en contact avec l'air extérieur, et s'ils n'ont pas péri dans l'autre tube c'est sans doute parce qu'ils étoient plus robustes.

C XI.

Pendant que je faisois ces expériences, je mis deux de ces vers à sec sur une éponge humectée, sous un tube, avec 49,55 centimètres cubes, ou 2 ponces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun; je les retirai du vase où ils étoient au bout de 4 heures $\frac{1}{2}$; je leur vis faire encore quelques mouvemens, mais en les replaçant dans l'eau ils commencèrent à y cheminer hardiment.

Voilà pourtant ces habitans des eaux qui vivent plus long-temps sous des vases clos hors de l'eau et

dans l'air, que dans l'eau. Je dois pourtant dire que sous ce tube les vers furent immobiles, se touchant l'un l'autre et ne paroissant faire qu'un seul ver par leur réunion.

§ CXII.

Je mis dans un tube qui contenoit 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, 3 de ces vers; après 48 heures de ce séjour à sec dans l'air, je les trouvai vivans; ils avoient absorbé tout le gaz oxygène, produit $6^{o}\ \frac{1}{2}$ d'acide carbonique et $5^{o}\ \frac{1}{2}$ d'azote.

§ CXIII.

Ces vers, comme ceux à queue de rat, m'ont fait observer un phénomène singulier. Le 16 de septembre je remarquai que depuis plusieurs jours ces vers étoient immobiles dans un vase où ils se trouvoient au fond de l'eau, j'y vis des débris de paille, de plantes etc. qui étoient dans la vase du fossé où je les avois pris : de sorte que l'on peut dire qu'il y a un mois qu'ils étoient aussi gros et aussi vifs que je les vis ensuite; sans doute ils y ont trouvé quelque chose pour les nourrir; mais il n'y avoit pas assez d'aliment pour favoriser leur métamorphose, peut-être même n'ont-ils rien mangé, comme les larves des demoiselles et des éphémères dont j'ai parlé; cependant il y avoit eu des vers semblables qui s'étoient changés en mouches ?

Ne seroit-il pas probable que ces vers tenus ainsi dans l'eau continuassent à y vivre plusieurs mois, et arrivassent ainsi peut-être au printemps pour se

transformer seulement alors, ensorte que leur vie seroit prolongée par ce moyen de 6 où 8 mois?

Entre les différens objets que je me suis proposé dans mes recherches sur les animaux léthargiques, un des principaux étoit de voir si, en les laissant ainsi artificiellement dans cet état de léthargie, on parviendroit à prolonger leurs jours: le grand Reaumur m'a fourni ces idées, et j'espère de pouvoir les réaliser.

§ CXIV.

Enfin il me vint dans l'esprit de tenter sur ces animaux un autre genre d'expériences. Je remplis deux tubes, l'un d'huile de noix, l'autre d'eau de vie, et dans chacun d'eux je mis 2 larves d'éphémères, 2 vers à queue de rat et 2 vers longs noirâtres et à anneaux.

Dans *l'huile de noix* les vers longs noirâtres et à anneaux périrent au bout de 6 minutes; les 2 vers à queue de rat y périrent au bout d'une heure, et les 2 larves d'éphémères au bout de 3 heures $\frac{1}{2}$.

Dans *l'eau de vie* ces 2 dernières larves vivoient encore au bout de 2 heures $\frac{1}{2}$, elles périrent au bout de 3 heures; les vers à queue de rat y vécurent 2 heures, et les vers longs noirâtres et à anneaux y périrent au bout de 4 heures.

§ CXV.

Il résulte de ces expériences:

1.° Que les vers longs noirâtres et à anneaux absorbent et rendent l'air par les pointes de leurs parties inférieures;

2.° Que ces larves périssent sous l'eau quand elles ne peuvent être en contact avec l'air;

3.° Qu'elles absorbent tout le gaz oxygène de l'air dans lequel on les renferme, et qu'elles y produisent de l'acide carbonique et de l'azote;

4.° Que la prolongation de la vie de ces larves est probable, au cas que l'on puisse prévenir leur transformation;

5.° Que les 3 espèces de larves dont j'ai parlé vivent assez long-temps dans l'huile de noix et dans l'eau de vie; mais plus long-temps dans l'eau de vie que dans l'huile de noix.

CHAPITRE VII.

Des vers du Cousin.

§ CXVI.

J'avois dans mon appareil hydropneumatique une grande abondance de vers et de nymphes de cousins; je les soumis ensuite à quelques expériences.

Je mis une cinquantaine de ces vers dans un tube plein de l'eau de l'appareil et renversé dans l'eau, sur son ouverture, pour intercepter toute communication du tube avec l'air extérieur. Je disposai un autre tube semblable, de la même manière, avec le même nombre de vers, mais l'eau que j'employai étoit distillée. Je les laissai à l'ombre comme ces vers y avoient toujours été.

On sait que ces vers viennent à la surface de l'eau pour y respirer; mais comme il n'y avoit point d'air dans les tubes ils y tournèrent sans cesse, et ils y

parurent dans une grande agitation; ils descendirent au fond de l'eau après $\frac{3}{4}$ d'heure; ils me semblèrent alors asphyxiés, mais ils périrent tous au bout d'une heure et $\frac{1}{2}$.

Ces vers et leurs nymphes ont donc besoin d'air pour respirer. On sent ainsi la nécessité que ces vers et ces nymphes éprouvent de venir respirer l'air à la surface de l'eau, surtout quand l'eau a été agitée et quand ils ont été forcés de gagner le fond.

§ CXVII.

J'ai tenu sous l'eau pendant 22 heures dans un tube qui contenoit 59,65 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun; une centaine de vers et de nymphes de cousins; cette eau étoit celle de la cuve où ces vers et ces nymphes vivoient, se développoient et poursuivoient toute leur histoire; ils y avoient l'extrémité de la queue à fleur d'eau; aussitôt que l'on agitoit l'eau ou la table sur laquelle l'appareil étoit placée, les vers et les nymphes se précipitoient au fond du vase.

J'examinai l'air après que ces 22 heures furent écoulées, et je trouvai que ces vers et le petit nombre de leurs nymphes mêlées avec eux avoient absorbé $14^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit $4^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 10° d'azote.

§ CXVIII.

Je répétai cette expérience pour m'assurer de la grande quantité d'azote produit; cette production m'avoit paru un fait vraiment singulier; je variai pour cela la quantité de l'air, en conservant le même

nombre des vers, et je variai le nombre des vers, en conservant la même quantité de l'air, enfin je variai les temps dans tous les cas; mais je m'aperçus bientôt de mon erreur, et je trouvai que ces vers et ces nymphes absorboient tout le gaz oxygène, et laissoient le gaz azote sans changer sa quantié..

§ CXIX.

Comme j'avois un grand nombre de ces vers de cousins, j'en mis quelques-uns à sec pour savoir ce qu'ils y deviendroient; je vis bientôt que ces animaux qui ne vivent que dans l'eau ne périssent pas d'abord qu'ils sont mis à sec, et qu'il y en a qui reprennent la vie, quand on les remet dans l'eau, 6 heures après qu'on les en a tirés..

Il résulte de là qu'ils ne périssent pas aussitôt qu'on les prive de l'eau où ils sont habitués à vivre, qu'ils peuvent alors conserver la vie et suivre leur histoire quand l'eau les recouvre, et l'on peut aisément croire que, dans les places qu'ils occupent, ils sont souvent exposés à être privés d'eau, ce qui indiqueroit qu'ils ont été faits pour supporter cette privation pendant quelque temps.

§ CXX.

Je fus curieux de savoir le poids de ces vers, et il me parut qu'environ 20 d'entr'eux pesoient 53,08 milligrammes, ou un grain.

§ CXXI.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que les vers et les nymphes de cousins périssent dans les vaisseaux pleins d'eau et fermés;

2.° Qu'ils peuvent absorber tout le gaz oxygène de l'air où ils sont renfermés;

3.° Qu'après avoir été à sec pendant un certain temps, ils peuvent reprendre la vie.

CHAPITRE VIII.

Observations diverses sur quelques Mouches et sur les Sauterelles.

§ CXXII.

Après m'être occupé des chenilles, des chrysalides et des papillons, relativement à la respiration; après avoir étudié dans le même but les vers et les nymphes des insectes aquatiques qui donnent naissance à des mouches, j'ai fait quelques expériences sans ordre et sans suite, sur quelques autres mouches et insectes de ce genre, que je vais raconter.

§ CXXIII.

Je plaçai dans le gaz azote une MOUCHE DE LA VIANDE; elle y devint au même instant immobile; je la retirai de cette clôture au bout d'une $\frac{1}{2}$ heure, elle conserva son immobilité pendant $\frac{1}{4}$ d'heure à l'air libre; après cela elle commença à se mouvoir et bientôt elle s'envola.

§ CXXIV.

Je plaçai une de ces mouches sous l'eau, elle y fut seulement asphixiée au bout de 4 minutes; elle parut avoir donc souffert davantage dans le gaz azote que dans l'eau.

§ CXXV.

Je pris des vers grands et petits d'une grosse mouche sur la viande gâtée ; je les renfermai dans le gaz azote ; ils y furent d'abord asphyxiés, et ils y devinrent immobiles. Je les laissai dans cette atmosphère pendant 2 heures ; je les exposai ensuite dans l'air commun, où au bout d'une heure $\frac{1}{2}$, ils reprirent la vie.

§ CXXVI.

Je profitai de l'hiver sévère et long de 1795 pour faire diverses expériences relatives à la respiration des animaux : j'ai déjà décrit la rigueur de cet hiver dans le Tome I de ces Mémoires, au Mémoire I, § I. Je fis alors des expériences chymico-physiologiques sur les vers et les insectes ; mais je crus devoir m'occuper surtout des ABEILLES, parce que j'avois appris que plusieurs ruches périssoient autour de Pavie.

§ CXXVII.

Les ruches, dans la Lombardie et dans plusieurs parties de l'Italie, sont faites comme une caisse de bois plus longue que large, ou avec des segmens de troncs d'arbres intérieurement creux, dont une extrémité est recouverte, tandis que l'autre conserve son ouverture ; on les place ainsi sur quelques supports de bois ou de pierre adossés aux maisons, où elles sont à l'abri de la pluie. La face de la ruche qui regarde la campagne a un certain nombre de trous qui permettent aux abeilles l'entrée et la sortie de leur habitation.

§ CXXVIII.

Je visitai, le 20 janvier, une maison à $\frac{1}{2}$ mille de Pavie, où il y avoit 7 ruches, dont les abeilles de 2 de ces ruches étoient péries; j'en trouvai les abeilles que l'on avoit jetées; le propriétaire jugea les abeilles mortes, parce qu'elles étoient tombées en partie sur la planche qui servoit d'appui à la ruche. Cependant, comme je savois que les insectes tombés en léthargie ont les apparences de la mort, et qu'ils se raniment quand on les expose à une température plus chaude, je fis apporter ces abeilles dans une chambre, où la température étoit assez élevée, mais aucune d'elles ne se ranima.

Quant aux autres ruches j'étois sûr que leurs abeilles vivoient, parce qu'il n'y en avoit point sur le plancher de la ruche, comme je m'en aperçus en soulevant la ruche elle-même.

Le thermomètre à l'air étoit alors à $-10^{\circ}\frac{1}{6}$, le ciel étoit obscurci par la neige qui tomboit. Je cherchai à introduire dans les ruches des thermomètres à longs tubes et à petites boules, en les faisant passer par l'une des portes; je ne réussis à introduire ces thermomètres que dans deux de ces ruches, parce que les rayons étoient un obstacle à l'introduction de ces instrumens; mais dans les deux ouvertures où je pus en faire entrer je sentis une légère résistance qui cédoit pourtant aisément, et qui me fit soupçonner qu'elle étoit produite par un groupe d'abeilles; je laissai là le thermomètre pendant $\frac{1}{2}$ heure, et il monta à $+5^{\circ}$; il y avoit donc une différence entre la tem-

pérature extérieure et celle de l'intérieur de la ruche de 15° $\frac{1}{6}$. Je m'assurai que mon thermomètre avoit été au milieu des abeilles sans faire aucune ouverture à la ruche, en couvrant un morceau de bois avec du miel et en l'introduisant dans la ruche de la même manière que le thermomètre y avoit été d'abord introduit; alors en le retirant je ramenai plusieurs abeilles qui s'y étoient prises comme à la glu.

§ CXXIX.

Ces abeilles étoient immobiles; je les maniai sans craindre leur aiguillon; je les mis sur mon mouchoir, je les réchauffai avec mon souffle, et après quelques minutes elles volèrent, mais après avoir parcouru un espace de 3 ou 4 pieds elles tombèrent à terre.

§ CXXX.

Je m'approchai d'une autre ruche, j'y introduisis le thermomètre, je le retirai au bout de 20 minutes, il marquoit +16° $\frac{1}{4}$. Une si grande différence de la température extérieure avec celle de cette ruche, ne pouvoit provenir uniquement de la place de cette ruche assez voisine de la précédente. Il falloit donc qu'elle fût l'effet de la chaleur même des abeilles, et j'en eus la preuve, puisque lorsque j'eus retiré quelques abeilles de cette ruche je les trouvai très-vives.

§ CXXXI.

Je me procurai ensuite quelques abeilles pour observer leur léthargie et leur éveil, par la moyen de la chaleur. On m'en envoya 50 dans une boîte; c'étoit à la fin de janvier 1795; elles étoient toutes

éveillées et à demi volantes, parce qu'on les avoit mises près du feu.

Je les exposai à la température de — 2° $\frac{1}{2}$, où elles restèrent 2 heures; elles me parurent complétement léthargiques; je pouvois les manier, les couper par morceaux, sans qu'elles donnassent un signe de vie; mais en les exposant à une douce chaleur sur mon fourneau elles s'éveillèrent peu à peu.

§ CXXXII.

Je laissai pendant toute la nuit quelques-unes de ces abeilles à la température de — 5° et d'autres à celle de 0° $\frac{1}{2}$; celles qui avoient passé la nuit à — 5° n'étoient pas gelées; je les mis le matin sur mon fourneau que l'on commençoit à chauffer; au bout d'une demi-heure le thermomètre y monta à 15°, et les abeilles restèrent dans le même état; au bout de $\frac{3}{4}$ d'heure le thermomètre étoit monté à 20°, les abeilles ne s'étoient pas encore éveillées; mais quelques minutes après, la température étant à 22°, il y eut 2 abeilles entre celles qui avoient passé la nuit à la température de 0° $\frac{1}{2}$, qui commencèrent à se mouvoir, enfin il y en eut 6 qui se ranimèrent; j'en vis alors 3 de celles qui avoient passé la nuit à la température de — 5° qui commencèrent à bouger; le thermomètre sur le fourneau où elles étoient placées étoit alors à 30°, mais $\frac{1}{4}$ d'heure après il s'éleva à 33°: je craignis que cette chaleur ne fît périr les abeilles qui y étoient étendues et je les transportai sur une place plus tempérée, alors les 6 premières dont j'ai parlé reprirent toute leur vigueur, mais pour celles qui avoient passé

la nuit exposées à la température de — 3°, elles ne bougèrent plus, et celles même qui avoient semblé se ranimer perdirent pour toujours la vie.

Il paroît donc que les abeilles périssent, quand elles ont souffert un froid de — 3°; mais celles qui n'avoient souffert qu'un froid de — 2° $\frac{1}{2}$ pendant 2 heures se réveillèrent; les autres, au bout de 4 heures $\frac{1}{2}$, n'avoient pas encore bougé.

Je n'abandonnai pourtant pas ces abeilles, qui pouvoient n'être mortes qu'en apparence. Je les laissai dans mon cabinet à une température de 5° ou 6° pendant le jour et 1° ou 2° pendant la nuit; je me proposai de les éveiller ensuite. Pour cela je les fis passer avec la plus grande lenteur de 5° à 12°; j'employai une heure pour suivre cette gradation de chaleur, mais ce fut inutilement; je les mis sur mon fourneau, où la température étoit de 20 à 25°, et je vis bien qu'elles étoient toutes péries au nombre de 50.

Il paroît donc encore que les abeilles périssent lorsqu'elles ont été exposées pendant quelques heures seulement à la température de — 3°, et même de — 2° lors même qu'elles n'ont pas été gelées, comme dans ce cas.

§ CXXXIII.

Je voulus répéter cette expérience d'une autre manière, les abeilles étoient pleines de vie dans leurs ruches. Je les mis dans un lieu où la température étoit de 9° $\frac{1}{2}$, elles furent léthargiques au bout de 2 heures.

Je mis 4 abeilles très-vives dans un vase de verre à la température de 0°, elles commencèrent à grimper

le tube, mais elles tombèrent bientôt après, et au bout de 5 minutes elles furent léthargiques; quand 5 autres minutes se furent écoulées, je les transportai sur mon fourneau à la température de 16° $\frac{1}{2}$, il fallut plus du quadruple de ce temps-là pour les ranimer comme elles étoient.

Je mis ensuite d'autres abeilles à la température de 0° pendant 2 heures, je les transportai ensuite à la température de 17°; au bout de 5 minutes elles reprirent la vie; celles qui étoient devenues léthargiques à la température de 9° $\frac{1}{2}$ se ranimèrent dans 5 minutes quand elles furent exposées à celle de 17°. Il résulte donc de là qu'une léthargie produite par un froid moindre est guérie par une chaleur moindre ou plus courte. Cependant des abeilles qui restèrent léthargiques durant une nuit entière à la température de 0° — $\frac{1}{2}$ reprirent la vie et quelques-unes s'envolèrent après avoir éprouvé une chaleur de 15° pendant une heure, mais elles commencèrent à se mouvoir au bout de $\frac{3}{4}$ d'heure : une d'elles pourtant étoit périe ; elles redevinrent léthargiques la nuit suivante à une température de 7°, mais elles s'éveillèrent le lendemain au bout de $\frac{1}{2}$ heure à une chaleur de 16°.

Toutes les abeilles restées à une température de 5° à 7° pendant 3 ou 4 jours périrent encore sans retour (1).

---

(1) *Note de l'éditeur.* Les bons observateurs se rencontrent toujours; il y a environ douze ans que M.r Huber me communiqua des expériences analogues, dont je veux donner ici un précis.

Les abeilles ne sortent point, dit-il, pendant l'hiver, à moins

§ CXXXIV.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que dans les ruches qui contiennent des abeilles vivantes la chaleur est bien plus grande que celle de l'air extérieur, pendant l'hiver surtout, quand il est rigoureux;

2.° Que les abeilles sont sujettes à devenir léthargiques;

3.° Qu'elles tombent en léthargie à la température de $9^{\circ}\frac{1}{2}$;

4.° Que lorsqu'elles éprouvent une température de -2° pendant quelques heures elles ne peuvent plus être rendues à la vie;

---

que le temps ne soit très-beau; mais il ne paroît pas que les abeilles soient retenues dans leurs ruches par la même cause qui enchaîne les marmottes dans leurs tanières. La reine abeille suspend sa ponte en octobre, et la recommence en janvier, quelquefois même en décembre : je vis même à Noël 1803 du jeune couvain dans les ruches. On sait que c'est pour nourrir leurs petits que les abeilles emmagasinent tant de polleus, et qu'elles entretiennent autour d'eux une chaleur de 25 à 27°; elle n'est jamais au-dessous de 24° quand la température de l'air extérieur est de — 8° ou — 10°, et cette température ne sauroit occasionner leur léthargie.

Cependant les abeilles craignent le froid; il n'est pas rare d'en trouver qui sont engourdies sur les fleurs, au printemps; mais alors elles sont isolées; cependant on les ranime aisément à une douce chaleur; il faut alors les y exposer d'abord; au bout de 16 heures d'engourdissement le secours seroit inutile comme il le seroit si elles avoient éprouvé les effets d'une température beaucoup plus basse : M.r Huber remarque, à cet égard, que l'asphyxie des abeilles causée par un gaz méphytique est également incurable quand elle a duré plus de 16 heures.

M.r Huber observe, à cet égard, avec beaucoup de sagesse, que

5.° Qu'elles ont besoin d'une chaleur d'autant plus grande ou plus prolongée que le froid qu'elles ont ressenti a été plus vif, et réciproquement.

§ CXXXV.

Après avoir vu ce qui regardoit la léthargie des abeilles, je crus qu'il conviendroit de considérer la manière dont les BOURDONS affectent l'air.

Je mis un bourdon sous un récipient dans 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air, où je le laissai pendant 7 heures; je le trouvai mort, il avoit absorbé tout le gaz oxygène, produit 5° d'acide carbonique et détruit 3° d'azote. Cependant quoique je sois persuadé de l'exactitude de cette expérience et

---

si le terme de l'asphyxie produite par le froid eût été plus court, chaque soirée fraîche en auroit fait périr un grand nombre; de sorte que le terme de cette asphyxie semble calculé sur la longueur des nuits, qui sont heureusement plus courtes dans le moment où ces insectes courent dans la campagne; aussi, dans le cas où elles seroient surprises par le froid, le soleil vient les ranimer avant 16 heures; on les voit alors remuer leurs antennes, déployer leurs trompes, mouvoir leurs jambes et leurs ailes, et revenir bientôt à leur ruche.

Des abeilles renfermées dans un vase entouré de glace s'engourdirent à la température de 6°; celles qui y restèrent 15 heures reprirent la vie sur la main; celles qui y restèrent plus long-temps donnèrent bien un moment de légers signes de vie, mais il n'en réchappa aucune.

Notre ingénieux observateur croit que les abeilles nourrices sortent aussi dans les matinées fraîches, pour chercher quelques pollens propres à la nourriture de leurs petits, et que la vivacité de leur vol et le travail auquel elles se livrent les met en état, pour l'ordinaire, de résister à l'impression d'une température qui auroit asphyxié les abeilles tranquilles, si elles y avoient été exposées.

de ses résultats, je crois plus prudent de me confier aux suivantes qui donnent une quantité remarquable d'azote produit.

§ CXXXVI.

Je mis deux bourdons sous un tube qui contenoit 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun, ils y restèrent pendant 20 heures. Tout le gaz oxygène avoit disparu et il y eut $3^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit avec 7° d'azote.

Je plaçai deux bourdons sous un tube contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, ils y restèrent pendant 6 heures, et ils y périrent. En essayant l'air je trouvai qu'il avoit perdu $18^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, qu'il s'y étoit produit $4^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 14° d'azote.

Il paroît donc que ces deux bourdons sont morts avant d'avoir absorbé tout le gaz oxygène, et qu'il y a eu une grande production d'azote

§ CXXXVII.

Enfin je voulus voir comment les bourdons agissoient sur l'air après leur mort; j'en plaçai 4 sous un récipient contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun; au bout d'un jour tout le gaz oxygène fut absorbé avec 4° d'azote, et ils produisirent 4° d'acide carbonique, ils absorbèrent donc moins de gaz oxygène après leur mort que pendant leur vie.

§ CXXXVIII.

Il résulte de ces expériences sur les bourdons :

1.° Que ces insectes absorbent le gaz oxygène et produisent le gaz acide carbonique;

2.° Qu'ils produisent le gaz azote ;

3.° Qu'ils absorbent le gaz oxygène et l'azote après leur mort.

§ CXXXIX.

Après les abeilles et les bourdons, je commençai quelques expériences sur les GUÈPES *vespa vulgaris* L.

Je mis 4 guèpes dans le gaz azote ; à l'instant elles y devinrent immobiles ; je les laissai dans cet état pendant $\frac{1}{2}$ heure ; elles conservèrent encore leur immobilité pendant un demi-quart d'heure après avoir été retirées de leur clôture et mises à l'air libre, où elles commencèrent bientôt à se mouvoir et à reprendre la vie. Il paroît donc que les guèpes ont besoin d'oxygène pour vivre ou du moins pour se mouvoir.

§ CXL.

Je tins une guèpe sous l'eau, elle y fut seulement asphyxiée au bout de 4 minutes ; il paroît donc que le gaz azote agit plus efficacement sur ces animaux que l'eau.

§ CXLI.

Je fis encore quelques expériences sur le FOURMILION.

Je plaçai un fourmi-lion sous un récipient contenant 99,84 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'air commun, avec du sable où il avoit fait son entonnoir, le tout étoit fermé par le mercure ; je le laissai dans cette clôture pendant 6 jours, l'entonnoir resta comme il étoit.

J'essayai alors l'air où cet insecte avoit vécu, et je trouvai qu'il avoit absorbé 4° de gaz oxygène, et qu'il en avoit produit autant d'acide carbonique.

Au bout de ce temps l'animal étoit plein de vie, je le mis alors sur du sable nouveau, à l'air libre ; il recommença à faire son entonnoir.

Je mis un autre fourmi-lion de la même manière sous un récipient contenant 99,84 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'air commun, sur du sable qui recouvroit le mercure, il y fit son entonnoir pendant les 7 heures de sa clôture.

§ CXLII.

Je plaçai 2 fourmi-lions de la même manière que les deux précédens dans le gaz azote. Ils furent à l'instant asphyxiés et parurent morts ; au bout d'un quart d'heure ils me semblèrent insensibles lorsque je les agitois ; néanmoins comme je les sortis de leur clôture au bout de $\frac{3}{4}$ d'heure, et que je les mis à l'air libre, ils y donnèrent bientôt des signes de vie.

Il est donc prouvé par là que les fourmi-lions ont besoin pour vivre de gaz oxygène, et qu'ils le trouvent dans la poussière et le sable où ils semblent être toujours enfouis.

On s'étonne de cette prompte asphyxie que j'ai fait remarquer dans plusieurs insectes, lorsqu'ils sont privés de l'air commun ; ils conservent cependant la vie quoique l'air leur soit ôté pendant $\frac{1}{2}$ heure.

Mais il faut remarquer que ces insectes sont asphyxiés beaucoup plus tôt que les grenouilles, les salamandres et les serpens mis dans ces gaz méphytiques, et j'espère en donner la raison ailleurs.

CHAPITRE V.

Des Sauterelles.

§ CXLIII.

Je fis une provision de sauterelles qui me parurent le *gryllus cœruleus* de Linné *thorace leviusculo, elytris pallidis nigro maculatis, alis latere tenuiore cœrulescentibus ;* sa description est la suivante : *Corpus medium, triste, elytra hyalina, nigro reticulata, adspersa confuse maculis nigris atque colore cœruleo absque fatua nigra ad latus tenuius.*

Cette sauterelle a les élytres transparentes, le corps jaunâtre, les ailes sont seulement bleues dans la partie la plus mince ; on n'y voit pas les couleurs noires, mais cette espèce de sauterelle pourroit bien n'être qu'une variété de l'autre.

J'en ouvris quelques-unes, je leur trouvai des œufs jaunes et oblongs.

§ CXLIV.

Mon premier soin fut de chercher l'action de ces sauterelles sur l'air commun.

Je pris 5 de ces sauterelles, je les mis dans 59,65 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, et afin d'être plus sûr du résultat que j'aurai, et de pouvoir varier l'expérience en la prolongeant, je la fis à double, en disposant 2 tubes de la même manière; ces sauterelles vivoient encore fort bien au bout de 11 heures $\frac{1}{2}$ de cette clôture.

Pendant que cette expérience se prolongeoit, je voulus essayer l'air où 3 sauterelles avoient vécu de la même manière et avec la même quantité d'air pendant 4 heures; je trouvai qu'elles avoient absorbé 8° de gaz oxygène et qu'elles avoient produit 6° d'acide carbonique.

Je laissai pendant 26 heures les premières dont j'ai parlé dans l'appareil que j'ai décrit. J'essayai alors l'air où elles avoient vécu, et je trouvai qu'elles avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique. Il paroîtroit donc que la destruction du gaz ozygène est bien moindre qu'elle n'avoit paru d'abord dans le premier essai.

Les trois sauterelles retirées de cette atmosphère absolument méphytique, où elles étoient restées 26 heures, ne donnèrent aucun signe de vie lorsque je les retirai de leur clôture; mais après avoir été mises au soleil pendant $\frac{1}{2}$ heure elles commencèrent à se mouvoir, et après une autre $\frac{1}{2}$ heure, elles reprirent toute leur vigueur; elles sautèrent et volèrent comme les autres.

Il semble donc que l'entière destruction du gaz oxygène ne tue pas les sauterelles, et que l'on doit toujours être bien circonspect avant de prononcer sur la mort des animaux, et surtout sur celle des animaux à sang froid, lorsqu'ils ont été renfermés dans un air clos, comme on a pu déjà le remarquer plusieurs fois dans les expériences précédentes; de sorte qu'il faut toujours attendre plusieurs heures avant de décider quelque chose sur la vie de ces animaux, et avoir soin de les placer alors dans une température chaude.

Je répétai la même expérience de la même manière, mais je laissai seulement les sauterelles pendant 24 heures dans l'atmosphère où elles furent renfermées, elles absorbèrent seulement 16° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les sauterelles étoient asphyxiées et reprirent la vie à l'air libre.

§ CXLVIII.

Mais qu'arrivera-t-il à ces sauterelles si on les place dans le gaz azote? La réponse ne pouvoit se faire par le raisonnement. Je mis donc trois sauterelles dans 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz azote très-pur; je l'avois bien lavé dans l'eau de chaux pour être plus assuré de sa pureté.

Dès que les sauterelles y furent entrées, elles y furent asphyxiées et elles y eurent toutes les apparences de la mort, qu'elles conservèrent pendant les 11 heures $\frac{1}{2}$ que je les y laissai.

J'examinai alors cet air et je trouvai que ces 3 sauterelles n'avoient point altéré ce gaz et n'avoient point produit d'acide carbonique.

Les 3 sauterelles qui m'avoient paru péries reprirent la vie et leur vivacité au bout d'une heure d'exposition à l'air libre.

§ CXLIX.

Il me sembla nécessaire d'étudier les organes respirateurs des sauterelles et leur manière de respirer.

Je regardai donc d'abord une sauterelle renversée, et j'aperçus clairement les mouvemens de la respiration; je vis les deux côtés membraneux qui sont

longitudinaux et qui forment une petite bande contigue à la longueur du ventre se contracter et se dilater tour à tour périodiquement. Quand la contraction s'opère, le ventre de la santerelle s'élève un peu, et quand il s'abaisse, les deux petites bandes latérales s'élèvent; je comptai jusqu'à 27 pulsations par minute, ou autant d'élévations et d'abaissemens des flancs.

§ CXLV.

J'observai attentivement les côtés du ventre d'une grosse sauterelle. Je ne trouvai pas d'abord les stygmates à l'œil nu; mais je les vis clairement avec une loupe; ce sont 14 points noirs, il y en a 7 de chaque côté du ventre et chacun d'eux correspond à un anneau de celui-ci.

En ouvrant le ventre je vis les trachées enveloppant les autres organes et les cachant, elles sont d'une couleur argentine. Je vis en même temps le mouvement périodique du ventre qui s'élève et s'abaisse avec régularité.

§ CXLVI.

Pour m'assurer que c'étoit bien les organes respirateurs, j'oignis d'huile avec soin le ventre et surtout les stygmates d'une sauterelle; alors je vis qu'elles ne périssent pas aussi vîte que les chenilles; cependant elles périrent au bout de 9 ou 10 minutes, quoique le reste du corps de cette sauterelle n'eût pas été huilé.

J'oignis pourtant à d'autres sauterelles la tête et le thorax avec de l'huile; mais elles ne parurent point en souffrir; ce qui prouve clairement que leurs stygmates sont exclusivement dans le ventre.

Je refis cette expérience avec plus de soin, je plongeai une sauterelle entièrement dans l'huile, où je la retins ainsi pendant quelques momens, elle périt au bout de 9 minutes : j'oignis seulement le ventre à une seconde, et la tête avec le corselet à une troisième ; mais elles étoient vivantes et vives comme les autres au bout de 4 heures.

§ CXLVII.

J'avois clairement vu le rithme de la respiration des sauterelles dans leur ventre. J'imaginai de tenir le ventre d'une d'elles entièrement plongé dans l'huile d'olives; malgré cela les pulsations continuèrent avec vigueur pendant 11 minutes ; ensuite elles se ralentirent, et au commencement de la huitième minute qui suivit les précédentes, ces pulsations finirent.

Je retirai de l'huile la sauterelle à demi-morte, et elle mourut réellement, ce qui est une nouvelle preuve que l'huile tue les sauterelles.

§ CXLVIII.

Je plongeai ensuite sous l'eau le ventre et la tête d'une sauterelle. Je ne vis sortir qu'une seule bulle d'air des stygmates ; mais il y en eut quelques-unes qui s'échappèrent irrégulièrement des points où les anneaux se touchent. Le mouvement du ventre étoit régulier et fréquent sous l'eau comme dans l'air, lorsque je la retirai de l'eau où elle étoit; mais ayant plongé ensuite le ventre sous l'eau, le rithme cessa après quelques minutes, mais la cessation fut causée par l'asphyxie de la sauterelle.

J'ai observé les mêmes phénomènes sur 2 autres sauterelles.

Ce rithme ne seroit donc pas un vrai mouvement de la respiration, puisqu'il continue sous l'eau.

§ CXLIX.

Je fis une autre expérience avec plus d'exactitude. Je plongeai tout le ventre d'une sauterelle dans l'eau; mais la tête et le corselet étoient hors de ce fluide : je la tins ainsi pendant 18 minutes, et pendant tout ce temps les pulsations continuèrent dans le ventre; quand je retirai la sauterelle de l'eau elle me parut très-vive.

Je plongeai une autre sauterelle entièrement sous l'eau, au bout de 7 minutes elle fut asphyxiée; pendant ce temps il sortit de sa bouche une humeur verte, qui n'étoit peut-être que les alimens qu'elle avoit mangé.

Il résulte donc de cette expérience, que ce n'est pas l'immersion du ventre de la sauterelle dans l'eau qui est la cause de son asphyxie dans ce fluide.

§ CL.

J'ai tenu pendant $\frac{1}{4}$ d'heure une sauterelle plongée dans l'eau de manière que la tête et le corselet en furent seulement couverts; mais elle ne mourut point.

§ CLI.

Il s'agissoit après cela de voir l'influence d'une température différente sur les pulsations du ventre des sauterelles; je les exposai à une température de 10°; elles ne devinrent pas léthargiques, elles sautoient sans voler et remuoient encore les jambes; mais en observant attentivement leur ventre pendant $\frac{1}{4}$ d'heure,

je n'y aperçus aucune pulsation ; je ne sais pourtant pas si ces pulsations s'arrêtent de même à une température plus haute ; mais j'ai vu ce phénomène dans les grenouilles et les salamandres.

Je plongeai une de ces sauterelles dont les pulsations du ventre étoient arrêtées dans l'eau tiéde ; mais la chaleur réveilla ce rithme, et il continua tant que la sauterelle fut dans l'eau ; il s'arrêta aussitôt que la sauterelle sortie de l'eau eut repris la température de 10°, cependant il recommença dans l'eau et dans l'air d'une température plus chaude.

Il paroît donc que ce rithme ne dépend point de l'air, mais d'une température plus élevée.

§ CLII.

Voici un fait qui m'a étonné, et qui ne sert pas à éclaircir ce sujet. Je n'ai jamais vu sortir des bulles d'air hors des stygmates des sauterelles, lors même que je les plongeois dans l'eau tiéde ; mais il s'en échappoit quelquefois quelques-unes hors du corps.

En m'occupant de cette observation, j'avois sous les yeux une sauterelle qui avoit perdu une jambe et une cuisse, c'étoit une des deux grandes ; je la plongeai sous l'eau et je vis jaillir une suite de bulles d'air hors du tronçon, à chaque systole ou compression du ventre ; mais ces bulles devenoient plus petites et moins nombreuses à chaque diastole Le corps de la sauterelle étoit hors de l'eau, à la réserve du ventre et du commencement du corselet, qui plongeoient dans l'eau ; quand l'eau étoit tiéde, ces petites bulles devenoient plus grandes.

Ce fait prouve au moins qu'il y a une grande quantité d'air dans le corps de cet insecte.

§ CLIII.

Quel effet les sauterelles mortes produiront-elles sur l'air ? Cette recherche est également importante après ce que nous avons vu de cet insecte.

Je tins donc 4 sauterelles mortes pendant 24 heures dans 59,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, après ce temps j'essayai cet air, et je trouvai que les sauterelles mortes avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 8° d'acide carbonique.

Je replaçai les mêmes sauterelles mortes dans la même quantité d'air commun, je les y laissai pendant 24 heures, elles absorbèrent encore tout le gaz oxygène et produisirent 7° d'acide carbonique.

Je mis de même 4 sauterelles vivantes dans la même quantité d'air commun, et je les y laissai pendant 24 heures ; elles absorbèrent 16° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. Ces sauterelles asphyxiées reprirent la vie quand elles eurent été exposées à l'air.

Je dois remarquer que j'ai dit, dans le § CXLVII, que 3 sauterelles pendant 26 heures avoient absorbé tout le gaz oxygène. Quelle est la cause de cette différence ? Ne seroit-ce point les circonstances extérieures de leur santé, de leur âge, de la température ?

Je répétai cette expérience de la même manière sur 2 sauterelles vivantes et sur 2 mortes. Les deux premières absorbèrent 18° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique ; mais les mortes n'absor-

bèrent que 13° ½ de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique : cette différence est considérable.

§ CLIV.

Il résulte de ces expériences sur les sauterelles :

1.° Qu'elles absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique ;

2.° Qu'elles s'asphyxient dans le gaz azote et reprennent la vie quand elles sont exposées à l'air libre, quoique leur asphyxie ait duré long temps ;

3.° Qu'elles périssent au bout de 9 ou 10 minutes quand leurs stygmates sont couverts d'huile ;

4.° Que les pulsations observées dans leur ventre ne paroissent pas dépendantes de leur respiration, mais plutôt de la température ;

5.° Qu'elles contiennent une grande quantité d'air dans leur corps ;

6.° Qu'elles absorbent quelquefois plus de gaz oxygène après leur mort, peut-être aussi un peu moins que pendant leur vie.

CHAPITRE IX.

Sur les Sangsues.

§ CLV.

Le pêcheur que j'emploie m'a apporté au commencement de février des sangsues qu'il a pêchées dans les eaux de quelques fossés plus réchauffées que dans la plupart des autres. Il m'a donné les renseignemens suivans sur leur habitation pendant

l'hiver ; il m'a dit que les sangsues restoient dans les eaux qui conservoient quelque chaleur, mais que lorsque l'hiver étoit froid on n'en trouvoit plus, qu'elles quittoient alors l'eau où elles avoient été, qu'elles s'en éloignoient même assez, et restoient cachées dans un terrain assez sec ; qu'elles y étoient dans un état de resserrement et d'immobilité remarquable, qu'elles ressembloient à un cordon long. de 9 millimètres, ou de 3 ou 4 lignes, et qu'elles y passoient ainsi l'hiver.

§ CLVI.

Je plaçai, le 29 mars, une sangsue sous un tube contenant 24,76 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{4}$ cube d'air commun ; il étoit fermé par l'eau, elle y resta 7 jours, elle montoit et descendoit dans ce tube, s'arrêtoit quelque temps et recommençoit ses allées et ses venues ; au bout du septième jour la sangsue s'enfuit avec vivacité, quand j'eus ôté le bouchon qui avoit empêché sa fuite pendant l'expérience. J'essayai l'air et je trouvai qu'il y avoit eu 15° de gaz oxygène absorbé, et 13° de gaz acide carbonique produit sans celui que l'eau avoit pu dissoudre ; le reste étoit de l'azote.

Je mis 4 sangsues dans une mesure d'air, de manière que sous le récipient où elles étoient elles pouvoient passer de l'air dans l'eau, et réciproquement ; elles y restèrent 9 jours dans le commencement d'avril, et elles y périrent après avoir absorbé 18° de gaz oxygène et produit 10° d'acide carbonique.

§ CLVII.

J'avois fait cette expérience de la même manière dans 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, et dans la même quantité de gaz oxygène, avec une seule sangsue, sous chaque tube fermé par l'eau ; l'expérience dura 7 jours. Les deux sangsues étoient pleines de vie et passoient plusieurs heures sous l'eau.

Dans l'air commun il y eut moins de gaz acide carbonique produit, et moins de gaz oxygène absorbé que dans le gaz oxygène pur, mais peut-être y eut-il du gaz azote produit ?

§ CLVIII.

Je mis sous un récipient contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'eau qui le remplissoient, une sangsue; elle y resta 15 jours, au bout desquels elle en sortit pleine de vie ; j'observai seulement qu'elle avoit laissé échapper une petite bulle d'air.

§ CLIX.

Je tins une sangsue semblable pendant 14 jours dans le gaz hydrogène; elle en sortit pleine de vie.

§ CLX.

Cependant 5 jours après, 2 autres sangsues qui avoient été placées, l'une dans le gaz hydrogène, l'autre sous l'eau, de la même manière que les précédentes, y périrent. Cette expérience apprend combien cette espèce d'animal vit plus long-temps de cette

manière que les grenouilles et les salamandres, dont j'aurai l'occasion de parler.

Je voulois connoître la nature de l'air rendu dans l'eau par les sangsues, mais la quantité en étoit trop petite pour en faire l'essai ; je puis seulement affirmer que ce n'est pas de l'acide carbonique, puisqu'il ne fut pas dissous par l'eau ; ce n'étoit pas non plus du gaz oxygène, puisqu'il ne fut pas diminué par le gaz nitreux ; ces bulles pouvoient faire $\frac{1}{50}$ de pouce.

CHAPITRE X.

Des Écrevisses.

§ CLXI.

L'écrevisse dont je veux m'occuper est l'*astacus thorace levi, rostro lateribus dentato, basi, dente utrimque unico. Habitat in Europâ lacubus, fluviis ; sapidissimus, coctione rubescens :* telle est la description que Linné en a donné.

On place fort bien l'écrevisse avec les insectes comme les autres crustacées. Des parties dures recouvrent son corps, une peau vraiment écailleuse enveloppe toutes les parties molles de cet animal : outre cela les antennes, les mâchoires, qui s'ouvrent et se ferment latéralement, lui donnent de grandes ressemblances avec un très-grand nombre d'insectes.

C'est pour cela que l'on termine ces recherches sur les insectes par celles qui regardent les écrevisses.

§ CLXII.

Il me paroît d'abord nécessaire de donner une idée

de la respiration des écrevisses, qui sont sans stygmates et sans poumons, et qui diffèrent au premier égard de la plupart des insectes, et au second d'une foule d'animaux. Voici la description qu'on en trouve dans l'*Encyclopédie méthodique*, T. V, part. II, pag. 794, au mot *écrevisse*.

Les écrevisses respirent également l'eau et l'air par le moyen de leurs branchies qui ressemblent beaucoup à celles des poissons. En regardant sous la tête, entre les dents et l'étui écailleux qui recouvre le corps, on voit des deux côtés une grande ouverture qui pénètre dans l'intérieur, et qui communique avec les branchies ; elle est assez grande pour y introduire la plume d'un pigeon.

Quand l'écrevisse sort de l'eau et se trouve sur un lieu sec, on voit distinctement comment elle respire l'air par ces ouvertures, comment elle l'inspire et l'expire alternativement ; on s'en aperçoit par un petit bruit que l'on entend, et par quelques bulles d'air qui paroissent alors à l'orifice de cette ouverture; elles entrent et sortent à différens temps, et démontrent la réalité de cette respiration. Quand l'écrevisse plonge dans l'eau après avoir été quelque temps dans l'air, on voit seulement sortir de cette ouverture de petites bulles d'air semblables qui se suivent à la file, jusqu'à ce que tout l'air que l'écrevisse avoit inspiré soit sorti. L'écrevisse peut vivre 2 ou 3 jours hors de l'eau, mais elle périt bientôt dans une eau corrompue, ou même renfermée dans des vases, quoique l'on ait le soin de la renouveler tous les jours. Il paroît donc que l'eau perd bientôt sa qualité salubre

pour ces animaux, quand elle est en trop petite quantité.

Aux deux côtés du corps de l'écrevisse on voit les branchies formées par l'union de plusieurs paquets de lames frangées, garnies de barbes aux deux côtés comme les plumes d'oiseaux et de filets membraneux. Dans cette réunion de lames blanches, on voit plusieurs filets noirs et crépus comme des cheveux très-fins, mais on ignore leur usage. Les branchies embrassent le corps des deux côtés, comme il est aisé de le voir dans les écrevisses cuites.

§ CLXIII.

J'ai voulu observer la respiration des écrevisses dans l'air; leurs branchies sont ensevelies dans leurs corps, et l'on en voit seulement les effets par les bulles d'air qui s'en échappent dans l'eau avec un petit bruit presque continuel.

Le rithme de cette respiration se manifeste par les bulles qui sortent, se rompent, montent et descendent; ce rithme est incomparablement plus fréquent que celui des grenouilles. J'ai compté dans une minute 45, 46, 47, 48 battues, quelquefois cependant 40 et 41. Si l'on retire l'écrevisse de l'eau, on ne voit plus sortir les bulles d'air, mais l'eau en sort alors à différentes reprises; elle commence bientôt à diminuer; et l'on voit se rapprocher les bulles, qui continuent à sortir tant qu'il reste un peu d'eau dans les branchies.

§ CLXIV.

Je mis dans un tube contenant 39,63 centimètres

cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, 2 petites écrevisses; le tube étoit fermé avec le mercure, et je laissai ces écrevisses dans cet appareil pendant 7 heures.

§ CLXV.

Ces écrevisses absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 6° d'acide carbonique. Les écrevisses étoient vivantes après l'expérience.

§ CLXVI.

Je refis la même expérience de la même manière, mais je laissai les 2 écrevisses dans leur clôture pendant 24 heures. Après avoir essayé l'air renfermé avec elles, je trouvai que les écrevisses avoient absorbé 12° de gaz oxygène et 4° d'azote, et qu'elles avoient produit 6° d'acide carbonique. Les écrevisses étoient mortes.

§ CLXVII.

Les écrevisses me fournirent un moyen de faire finir leur respiration en les conservant vivantes; les autres insectes n'avoient pu me l'offrir; de sorte que j'eus ainsi l'occasion de distinguer la quantité d'air que la respiration altère et celle du gaz oxygène que leur corps peut absorber. On voit déjà que j'essayai d'ôter aux écrevisses leurs branchies; je les coupai véritablement avec des ciseaux, et je plaçai une écrevisse privée de ses organes respirateurs dans un tube contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun fermé par le mercure. Je plaçai de même dans le même temps une écrevisse semblable, sans lui faire cette opération, sous un autre tube contenant la

même quantité d'air, je les laissai dans cette clôture pendant 22 heures ; la température étoit de 4° $\frac{1}{2}$; je fis ensuite l'essai de l'air.

L'écrevisse *intacte* étoit vivante, elle avoit absorbé 11° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique.

L'écrevisse *privée de ses branchies* périt au bout de 10 heures, elle avoit absorbé 5° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique.

Il paroîtroit donc que les branchies auroient absorbé autant de gaz oxygène que le corps de l'écrevisse.

§ CLXVIII.

Ayant vu clairement que le corps de l'écrevisse avoit absorbé autant de gaz oxygène que les branchies, il étoit important de voir si les membres séparés de l'animal vivant auroient la même propriété.

Je plaçai donc dans des tubes fermés par le mercure, contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, deux gros bras d'écrevisses ; j'en plaçai de même deux autres de la même manière sous un autre tube dans le même volume de gaz oxygène, et je les laissai dans cet appareil pendant 22 heures. J'essayai l'air alors.

L'air commun avoit perdu 10° de gaz oxygène, et il y avoit 5° d'acide carbonique produit.

Le *gaz oxygène* avoit perdu 32°, et il y avoit 9° d'acide carbonique produit.

Il est donc bien prouvé que les membres de l'écrevisse ont la propriété d'absorber le gaz oxygène et qu'ils en absorbent beaucoup plus dans le gaz oxygène pur que dans l'air commun.

§ CLXIX.

Mais quelle est la nature de cette enveloppe crustacée des écrevisses? Pour essayer de la connoître, je tins pendant une semaine dans l'acide nitrique étendu d'eau les différentes parties crustacées d'une écrevisse ; elles y devinrent d'abord rougeâtres et ensuite jaunes.

J'examinai ces différentes parties qui me parurent avoir perdu la dureté que leur donnoit la terre calcaire dont elles avoient été dépouillées par l'acide ; elles étoient devenues flexibles , mais elles étoient encore plus dures qu'une membrane.

§ CLXX.

On connoît l'influence de la chaleur sur les animaux et en particulier sur leur respiration ; il étoit donc nécessaire de connoître d'abord celle qui étoit propre à l'écrevisse.

Pour parvenir à savoir quelle étoit la chaleur intérieure de l'écrevisse , je fis un trou entre les mâchoires de cet animal , je plaçai la boule d'un thermomètre entre les branchies , et comme pendant l'expérience je vis sortir des bulles d'air , on peut croire que les branchies faisoient encore leurs fonctions.

Le thermomètre montra toujours 6°, comme le thermomètre placé à côté de l'écrevisse. Sa chaleur n'est donc pas plus élevée que celle de l'atmosphère.

§ CLXXI.

Je fis cette expérience d'une autre manière ; on sait que l'on peut couper la queue d'une écrevisse sans lui ôter la vie; c'est ce que je fis ; alors j'intro-

duisis par ce trou un thermomètre dans son intérieur; la température étoit alors de $0^{\circ}\frac{1}{3}$, celle de l'écrevisse fut de $0^{\circ}\frac{2}{3}$. Dans une écrevisse morte soumise à cette expérience, la température fut la même que celle de l'air qui l'environnoit.

§ CLXXII.

Mais ces animaux sont peut-être léthargiques; c'étoit encore un sujet de recherches propre à fixer la curiosité.

Je tins quelques écrevisses sous la neige pendant trois heures; la température extérieure étoit de 1°. Je les retirai de dessous la neige, elles n'étoient point léthargiques; quand je les plaçai sur la terre elles remuèrent la queue et la plièrent en cercle; elles l'alongèrent et la plièrent encore, elles marchèrent, elles ouvrirent leurs pinces et me pincèrent assez fortement; ce qui prouve qu'elles n'avoient pas perdu leur force musculaire; enfin je baignai leurs branchies, et j'en vis sortir de petites bulles d'air; je crois donc pouvoir conclure que les écrevisses n'éprouvent point de léthargie.

J'avois laissé six écrevisses assez grosses dans un vase à la température de 1° pendant 11 heures, elles n'y devinrent point léthargiques, quoique leurs mouvemens fussent ralentis, mais elles pinçoient encore avec assez de force.

Deux écrevisses furent ensevelies dans la neige, la température étant de 0°, pendant 42 heures. Quand je les retirai de là, une d'elles avoit quelque mouvement; l'autre étoit immobile sans être gelée. Je

les transportai à la température de 6°. L'écrevisse immobile commença de mouvoir les jambes et de courber la queue ; elle continua ces mouvemens pendant une demi-heure et elle périt. Celle qui se mouvoit encore fit des mouvemens plus vifs au bout d'une demi-heure.

Tout cela montre que le froid ôte aux écrevisses le mouvement en tout ou en partie, et que la chaleur peut le leur rendre ; mais cela fait voir aussi que le froid, et même celui de la congélation, donne la mort aux écrevisses sans les rendre léthargiques. Deux écrevisses sous la neige ont péri dans 30 heures.

Je mis une autre écrevisse hors de la fenêtre, le thermomètre étoit à —4°, elle ne fut pas gelée, mais elle devint immobile, elle donna des signes de vie aussitôt qu'elle fut dans une température plus douce ; on voyoit alors les bulles d'air sortir des branchies avec un léger bruit, mais elle mourut bientôt après ; ce qui confirme encore que les écrevisses n'éprouvent pas une vraie léthargie.

§ CLXXIII.

J'essayai l'influence des écrevisses mortes sur l'air.

Je tins pour cela deux écrevisses vivantes sous un tube fermé par le mercure, contenant 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, je renfermai deux autres écrevisses fraîchement tuées sous un tube de la même manière, et je les laissai pendant 24 heures.

Les écrevisses vivantes absorbèrent 12° de gaz oxygène et produisirent 4° d'acide carbonique.

Les écrevisses *mortes* absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 4° d'acide carbonique.

§ CLXXIV.

Il étoit possible que la cuisson occasionnât dans les écrevisses des changemens tels que leur action sur l'air ne fût plus la même, et l'on pouvoit prévoir ces changemens par la couleur rouge dont les écrevisses cuites sont peintes.

Je fis cuire une petite écrevisse, elle devint rouge, je la mis sous un tube enfermant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et fermé par le mercure, je la laissai pendant 13 heures dans cette clôture.

Après un examen scrupuleux de l'air, je trouvai que cet air n'avoit souffert aucune altération.

Je disposai une écrevisse morte naturellement depuis quelques instans de la même manière, elle absorba dans le même temps 8° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

Il résulte de cette expérience, qu'une écrevisse dont l'organisation a été dérangée par la cuisson dans l'eau bouillante, a été altérée par la chaleur, et qu'elle a perdu la propriété d'absorber le gaz oxygène quand on la place dans l'air commun pendant 13 heures; qu'elle ne produit point alors d'acide carbonique et laisse le gaz azote sans altération.

§ CLXXV.

Je répétai cette expérience et je la variai en la faisant avec le gaz oxygène.

Je pris donc une petite écrevisse morte naturellement, et je la plaçai d'abord sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de *gaz oxygène* et fermé par le mercure, je la laissai pendant 13 heures dans cet appareil, et après avoir essayé l'air, il me parut qu'elle avoit absorbé 33° de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 10° d'acide carbonique.

En faisant cette expérience avec *l'air commun*, de la même manière, pendant le même temps, l'écrevisse absorba 16° de gaz oxygène et produisit 9° de gaz acide carbonique.

Enfin, je la fis encore de même avec le *gaz oxygène*, et la petite écrevisse absorba 48° de gaz oxygène ou 0,48, et produisit 5° d'acide carbonique.

Il résulte donc de ces expériences, qu'une écrevisse morte, comme une écrevisse vivante, absorbe plus de gaz oxygène quand elle est dans ce gaz, qu'elle n'en absorbe dans l'air commun; enfin que les écrevisses vivantes, dans tous les cas, absorbent plus de gaz oxygène que les mortes.

§ CLXXVI.

L'abbé Olivi, dans sa *Zoologia adriatica*, p. 41, avoit soupçonné que la couleur rouge prise par les écrevisses en cuisant dans l'eau bouillante, ou par l'action seule du feu, étoit un produit de l'oxygénation de leur étui crustacé, et il le prouve parce que les acides le rougissent.

Je voulus vérifier cette opinion, pour cela je pris trois tubes, l'un contenoit 59,65 centimètres cubes,

ou 2 pouces cubes d'azote, l'autre autant d'acide carbonique, et le troisième autant de gaz oxygène : ils étoient fermés par le mercure : je fis entrer dans chacun une petite écrevisse, ensuite je plaçai les trois tubes ainsi disposés dans un vase profond, où je versai de l'eau bouillante : ces appareils restèrent ainsi pendant une heure, je trouvai au bout de ce temps-là les trois écrevisses également rouges, ce qui prouve que le gaz oxygène ne joue aucun rôle pour produire cette couleur.

§ CLXXVII.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que les écrevisses respirent et expirent l'air et l'eau par leurs branchies ;

2.° Qu'elles absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique ;

3.° Que les écrevisses privées de leurs branchies absorbent moins de gaz oxygène que celles qui les ont, mais qu'elles continuent à l'absorber par leurs corps ;

4.° Que le froid ralentit le mouvement des écrevisses et les fait périr sans les rendre léthargiques ;

5.° Que les écrevisses mortes absorbent encore le gaz oxygène, mais moins que les vivantes ;

6.° Que les écrevisses mortes, comme les vivantes, absorbent plus de gaz oxygène dans le gaz oxygène que dans l'air commun.

MÉMOIRE VI.

Sur la respiration des Poissons.

§ I.

Après avoir vu la respiration de différens animaux varier dans ses moyens, en conservant sa constance dans ses effets; après avoir étudié cet acte important de l'économie animale dans les vers qui vivent sous la terre et dans l'air, dans les insectes qui passent une partie de leur vie sur la terre ou dans l'eau, qui la prolongent dans des lieux clos et dans une immobilité presque absolue, et qui la finissent ensuite dans les airs et pour l'ordinaire dans des mouvemens vifs et presque perpétuels, il se présentoit un nouvel ordre d'animaux à considérer; comme ils diffèrent beaucoup des autres par leurs habitudes, comme ils ne peuvent vivre que dans un fluide où la plupart des autres périssent, il étoit bien nécessaire de rechercher s'ils avoient les mêmes rapports avec l'air; on voit déjà que je veux parler des poissons, ces êtres aquatiques qui vivent toujours dans l'eau et qui périssent presqu'au moment qu'ils en sont tirés. Ils ne ressemblent pourtant point aux larves aquatiques de quelques insectes qui peuvent vivre encore un temps assez long dans l'air; on peut donc se demander, si la respiration des poissons suit la même formule que celle des animaux dont on a parlé, et s'ils sont soumis à cet égard aux mêmes loix?

Ces questions se présentent naturellement à l'observateur de la nature ; mais il craint de les aborder, parce que les difficultés se multiplient pour les résoudre. Il est bien moins aisé de distinguer dans les poissons ce qui appartient à l'action de l'air, puisqu'il faut la séparer de l'action de l'eau, sur-tout si, comme quelques physiologistes le croient, l'eau se décompose dans les branchies des poissons, et peut leur fournir l'oxygène que les autres animaux trouvent dans l'air atmosphérique : mais ce n'est pas tout, les milieux au travers desquels on est forcé d'opérer, la nature des organes respirateurs des poissons, tout se réunit pour rendre les expériences plus difficiles ou moins exactes dans leur exécution et leurs conséquences ; mais quand on a vieilli dans la pratique de l'art d'observer, on ne regarde les obstacles comme insurmontables que lorsque l'on est sûr d'avoir tout fait inutilement pour les surmonter.

§ II.

La première chose que j'avois à entreprendre en m'occupant de la respiration des poissons, c'étoit d'abord de découvrir s'ils avoient avec l'air les mêmes rapports que les autres animaux dont je me suis occupé.

Je mis dans ce but deux petites tanches vivantes sur le mercure dans un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce et demi cube d'air commun.

Les tanches s'agitèrent assez dans cette clôture, mais au bout d'une demi-heure elles y périrent.

L'air où ces tanches avoient été renfermées ne fut point altéré.

Je répétai cette expérience de la même manière et j'eus les mêmes résultats.

On sait bien que ce poisson meurt plus tôt hors de l'eau quand la température n'est pas froide, que lorsqu'elle l'est davantage. Le thermomètre pendant ces expériences fut à 13°.

§ III.

Je mis une petite tanche vivante à la température de 4 à 5° dans 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, de la même manière que la précédente, je la laissai dans cette clôture pendant 16 heures.

Je trouvai la tanche morte depuis peu de temps; elle avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit 10° d'acide carbonique.

Dans le même temps j'avois disposé de la même manière une lamproie vivante, et je la laissai dans son appareil pendant le même temps.

La lamproie, après ces 16 heures de clôture, étoit très-vive; elle avoit absorbé 10° de gaz oxygène et produit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il est pourtant vrai que la lamproie a 14 rangs de branchies, et que la tanche en a seulement deux, mais celle-ci étoit huit ou dix fois plus grosse que la lamproie mise en expérience, et la masse des branchies de la première est au moins sept fois plus considérable que celle de la tanche; de sorte que cela explique fort bien pourquoi la lamproie avoit réellement absorbé 10° de moins d'oxygène que la tanche.

§ IV.

Ce n'est point assez dans cette recherche d'avoir montré que les poissons vivans absorbent le gaz oxygène dans l'air ; il falloit encore prouver qu'ils l'absorbent dans l'eau, et même qu'ils absorbent celui de l'air qui repose sur elle ; j'ai déjà rapporté quelques expériences faites avec d'autres animaux qui rendoient ce soupçon probable ; mais l'histoire naturelle repousse toutes les analogies par les exceptions nombreuses qu'elle fournit aux loix que l'on croyoit générales. Je voulus donc savoir si les petites tanches gâteroient l'air au travers de l'eau, lors même qu'elles ne viendroient pas le respirer à la surface ; de sorte que j'avois à résoudre ce problème : qu'arriveroit-il à l'air en contact avec la surface de l'eau où des poissons vivraient sans pouvoir venir à la surface pour le respirer ?

Il s'agissoit d'abord de retenir le poisson au fond de l'eau ; pour en venir à bout j'imaginai de l'attacher par les trous des ouies, mais les tanches que je préparai de cette manière périrent bientôt, et leur mort fut une suite de ce procédé, ce qui me força d'y renoncer. Je pensai ensuite à les contenir avec une éponge que je plaçai dans le milieu du vase ; le poisson y trouva un obstacle pour arriver à la surface de l'eau, et j'ai vu mes poissons vivre ainsi dans l'eau pendant trois jours.

En employant ce moyen, je mis 4 petites tanches sous un récipient qui contenoit 515,23 centimètres cubes, ou 26 pouces cubes d'eau, et dans lequel il

y avoit au dessus 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun ; ces 4 tanches périrent au bout de 3 jours, j'essayai l'air et je le trouvai sans altération.

§ V.

La grande quantité d'eau me fit croire que l'air contenu dans l'eau avoit pu suffire aux poissons pour vivre, ou que la quantité du gaz oxygène qu'ils y avoient absorbé n'étoit pas assez grande pour occasionner une différence sensible dans l'air qui reposoit sur cette eau, ou plutôt que l'expérience avoit été mal faite.

Je plaçai donc une petite tanche sous un récipient contenant 178,35 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes d'eau avec 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun qui la recouvroit ; je trouvai au bout de trois jours que la tanche avoit absorbé dans cet air 13° de gaz oxygène et qu'elle n'étoit pas morte.

Je répétai cette expérience de la même manière sur une lamproie ; je la trouvai encore vivante au bout des trois jours, et en essayant l'air qui étoit au-dessus de l'eau où la lamproie avoit vécu, je vis que ce poisson avoit absorbé 5° de gaz oxygène.

§ VI.

Je voulus répéter ces expériences d'une manière plus exacte, et parconséquent il me falloit éviter les éponges. Je retins donc quatre tanches sous l'eau d'un récipient recouvert par 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, et je les retins au fond par le moyen d'un petit poids attaché à leurs

ouies, elles y restèrent ainsi 21 heures, une seule tanche étoit encore en vie, les autres me parurent mortes.

En essayant l'air je trouvai qu'elles avoient absorbé 9° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

Je répétai cette expérience de la même manière pendant un temps plus court, les tanches étoient vivantes et je trouvai encore qu'elles avoient absorbé 2° de gaz oxygène.

Je voulus rendre ces expériences plus sensibles par d'autres plus propres à établir ce fait curieux. On m'avoit apporté de petites tanches pesant environ 30,57 grammes, ou une once chacune ; j'en mis deux dans un grand tube rempli d'eau aux deux tiers de sa hauteur avec le reste d'air commun : il étoit fermé par l'eau. J'en mis deux autres semblables dans un autre tube semblable, semblablement rempli et fermé à fleur d'eau par une éponge, qui empêchoit les tanches de communiquer immédiatement avec l'air, et les forçoit à rester sous l'eau ; les deux premières, quelque temps après le commencement de l'expérience, venoient de temps en temps à la surface de l'eau, où elles repoussoient l'eau par la bouche, et prenoient quelques bulles d'air qu'elles rendoient un moment après. Les deux autres montoient jusqu'à l'éponge et n'y trouvant point d'air regagnoient le fond ; l'espace qui renfermoit l'air étoit dans les deux tubes de 158,53 centimètres cubes, ou de 8 pouces cubes. La surface de l'eau qui étoit en contact dans le tube avec l'air où les tanches venoient respirer devint écumeuse. Les deux autres tanches s'élançoient avec force contre l'éponge, mais ensuite

au bout de deux heures et demie elles restèrent au fond de l'eau où elles paroissoient affoiblies. Les tanches dans les deux tubes sans communication directe avec l'air rendirent sous l'eau quelques bulles qui provenoient sans doute de la vessie natatoire. Celles qui communiquoient directement avec l'air restèrent toujours à la surface de l'eau pour y respirer.

Je fis encore dans le même temps la même expérience d'une autre manière. Je pris deux tubes semblables remplis d'eau : je fis entrer dans l'un d'eux un volume de gaz hydrogène qui faisoit le tiers du volume de cette eau ; je plaçai dans l'autre la même quantité de gaz oxygène ; les deux tubes étoient fermés par l'eau ; j'introduisis deux de mes tanches sous chacun de ces tubes ; au bout d'une heure les deux tanches *du tube où étoit le gaz oxygène* vinrent à la surface de l'eau pour y rendre de l'air et en prendre ; mais celles qui étoient dans *le tube où se trouvoit le gaz hydrogène* restèrent au fond de l'eau, tandis que les premières étoient toujours à la surface où elles suçoient le gaz oxygène : je ne vis point de différences entre elles et celles qui étoient dans l'air commun, qui me parurent seulement porter, quelque temps après le commencement de l'expérience, la moitié de leur corps hors de l'eau, comme le firent de même les tanches placées dans le tube où étoit le gaz oxygène. Je vis clairement ces tanches inspirer alors ce gaz par la bouche et le faire ressortir par les branchies. J'observai même que les tanches du récipient où étoit le gaz hydrogène vinrent aussi à la surface de l'eau et parurent inspirer ce gaz.

Quel fut le résultat de ces quatre expériences? Plusieurs heures après, les tanches plongées sous l'eau et retenues au fond du vase ouvroient lentement la bouche, les autres six avoient la bouche hors de l'eau et elles inspiroient et expiroient l'air où elles se trouvoient, et même le gaz hydrogène.

Il faut pourtant bien remarquer que les deux tanches du récipient où étoit le gaz hydrogène et qui venoient à la surface de l'eau pour y respirer, n'y absorboient pas ce gaz aussi continuellement que celles qui étoient dans l'air et le gaz oxygène.

Une heure après ces six dernières tanches offrirent les mêmes phénomènes; celles du gaz hydrogène me parurent seulement un peu au-dessous du niveau de l'eau, celles qui étoient dans l'air commun s'y élançoient toujours, ce que ne firent pas celles qui étoient dans le gaz oxygène.

Enfin au bout de 9 heures, les tanches sans communication avec l'air furent moribondes au fond de l'eau qui ne s'éleva pas dans le tube; celles qui étoient dans l'air commun conservèrent leur vivacité et l'eau où elles étoient s'éleva environ de 19,81 centimètres cubes, ou un pouce, celles qui étoient dans le gaz hydrogène, vivoient encore mais elles étoient fort affoiblies, et celles qui étoient dans le gaz oxygène avoient le plus de vivacité.

Je visitai ces expériences le lendemain matin. Je ne trouvai dans les tanches qui étoient *dans l'air commun* aucun changement, sinon qu'elles y étoient à demi mortes, elles ouvroient et fermoient la bouche très-lentement.

Les tanches qui étoient dans le *gaz hydrogène* avoient encore un reste de vie et l'une d'elles s'élevoit pour respirer ce gaz, mais l'eau avoit gardé son premier niveau.

Les tanches *sans communication* avec l'air m'ont paru mortes, et l'eau ne s'étoit pas élevée dans le tube.

Dans le tube où étoit *le gaz oxygène* l'eau s'étoit élevée de deux pouces, une de ces tanches étoit au fond de l'eau ; l'autre étoit à la surface, où elle suçoit le gaz, mais toutes les deux avoient bien plus de vie que les autres.

Je vis encore ces tanches avant midi, je trouvai mortes les tanches *sans communication avec l'air*, et elles moururent plus tôt que celles qui furent à sec dans l'air libre pendant le même temps et au même lieu ; la température étoit de 5° $\frac{1}{2}$ ou 4° pendant cette expérience.

Je vis que les tanches qui étoient dans le tube du *gaz hydrogène* n'avoient aucun mouvement ; je les retirai, une d'elles étoit véritablement périe, mais l'autre nageoit encore.

On avoit toujours cru que la respiration devoit s'accélérer dans le gaz oxygène, puisque sa combinaison avec l'animal devoit y être plus grande et qu'il devoit y avoir plus de calorique dégagé, mais l'expérience détruit cette opinion ; les choses s'y passèrent à peu près de même que dans l'air commun ; les tanches y furent pourtant plus vives ; je vis aussi qu'il y avoit eu 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz oxygène absorbés dans ce gaz, et un tiers

de moins dans l'air commun, mais dans le premier l'eau auroit dû s'élever davantage, parce qu'il y avoit eu plus d'acide carbonique formé et absorbé.

Le soir à 6 heures, les tanches mises dans le tube où étoit l'*air commun* n'ouvroient plus la bouche, elles ne se mouvoient plus, l'une étoit au fond de l'eau, l'autre surnageoit; mais l'eau s'étoit à peine élevée de 19,45 centimètres cubes, ou d'un pouce; j'en retirai les tanches qui étoient à peine en vie. Après l'essai de l'air je trouvai 10° de gaz oxygène absorbé et 17° d'acide carbonique avec 3° d'azote produits.

Le troisième jour au matin, je trouvai l'eau des tanches mises dans le récipient où étoit le *gaz oxygène* élevée à 158,53 centimètres cubes, ou 8 pouces, les deux tanches étoient mortes. Il paroît par cette diminution considérable de l'air, que les poissons en consument d'autant plus que leur respiration est plus active et que réciproquement aussi lorsque leur vie est très-foible, ils ne sucent l'air et l'eau que dans une quantité très-petite et par conséquent sans une diminution apparente du gaz oxygène.

Je retirai du tube ces deux tanches et ayant mesuré la quantité du gaz que j'avois mis dans le tube trois jours auparavant, je trouvai qu'il en manquoit 0,49, j'y trouvai bien 6° d'acide carbonique, mais je n'en parle pas parce que l'eau de l'expérience en avoit beaucoup absorbé, et avec d'autant plus d'abondance, que les poissons agitoient l'eau continuellement, et que le tube reposoit dans l'eau de ma cuve, mais il y avoit dans ce résidu $\frac{4}{100}$ de gaz oxygène et environ $\frac{80}{100}$ de gaz hydrogène qui s'enflamma; il fit voir une

flamme blanche et détonna foiblement, sans doute à cause de l'acide carbonique mêlé avec l'air. J'ignore la source de ce gaz hydrogène qui me paroît singulièrement étonnant, je ne puis imaginer qu'il soit sorti des intestins du poisson.

§ VII.

Il résulte donc de ces expériences que les tanches absorbent le gaz oxygène, qu'elles l'absorbent dans l'air lorsqu'elles sont à sec et au travers de l'eau dans l'air qui la recouvre.

§ VIII.

J'ai bien vu l'action des poissons sur l'air; j'ai prouvé qu'ils peuvent y absorber le gaz oxygène; il me falloit rechercher ce qui arriveroit à ces animaux quand l'eau dans laquelle ils seroient renfermés n'auroit plus de contact avec l'air atmosphérique; mais afin de rendre cette expérience plus instructive, je voulus la faire avec l'eau commune et avec l'eau distillée, c'est-à-dire, privée autant qu'il est possible de l'air qu'elle peut contenir.

Je renfermai donc une tanche dans un flacon parfaitement plein, contenant 178,55 centimètres cubes, 9 pouces cubes d'eau commune; il étoit fermé par un bouchon de verre usé à l'émeril et renversé dans l'eau sur son col. Je renfermai une autre tanche semblable à tous égards à la précédente dans un autre flacon de la même capacité, fermé de même et rempli d'eau distillée.

La tanche qui étoit dans le flacon plein *d'eau*

distillée périt au bout de dix-huit heures, celle qui étoit dans le flacon plein *d'eau commune* périt au bout de 30 heures.

Il est donc bien vrai que la tanche vécut plus long-temps dans l'eau commune que dans l'eau distillée, et l'on peut croire que cette différence fut occasionnée par l'air contenu dans l'eau commune, que l'eau distillée avoit perdue par la distillation.

§ IX.

Mais cela ne me sembla point suffisant pour démontrer le besoin que les tanches doivent avoir de l'air pour respirer : je pensai donc que si l'air étoit si nécessaire à ce poisson, et si le poisson extrayoit véritablement le gaz oxygène de l'eau pour vivre, les tanches que je tiendrai dans l'eau bien bouillie communiquant avec l'air y vivroient plus long-temps que celles qui seroient dans la même eau sans communication avec l'atmosphère.

Pour faire cette expérience importante je plaçai une tanche dans un vase qui contenoit 217,98 centimètres cubes, ou 11 pouces cubes d'eau bien bouillie et qui communiquoit avec l'air extérieur, la tanche étoit retenue au fond du vase par le procédé indiqué; j'en renfermai une autre semblable dans un flacon contenant la même quantité de la même eau, mais rigoureusement fermé par un bouchon usé à l'émeril.

La première tanche étoit pleine de vie au bout de 40 heures, la seconde périt au bout de 30 heures.

La température pendant l'expérience fut de 5°.

§ X.

Je mis dans un vase ouvert une tanche dans l'eau distillée, elle fut retenue au fond du vase par le moyen indiqué ; j'en mis une autre parfaitement semblable dans un autre vase contenant la même quantité de la même eau, mais sans communication avec l'atmosphère.

La première tanche périt au bout de 60 heures et la seconde au bout de 30 heures.

Il paroît bien que cette différence dans les deux expériences racontées à présent, provient du gaz oxygène que l'eau absorbe continuellement et qui fut absorbé par les premières tanches à portée de l'inspirer, quand il y entroit pour remplacer celui quelles y avoient inspiré, de sorte que la mort plus prompte des autres tanches provenoit de la privation de ce gaz qui ne pouvoit être remplacé, quand celui qui y étoit d'abord avoit été absorbé par les tanches.

§ XI.

Ces deux expériences me semblent établir, que les poissons ne décomposent pas l'eau dans les branchies en l'aspirant, mais qu'ils respirent en absorbant le gaz oxygène contenu dans l'eau où ils se trouvent, autrement, ces tanches auroient dû vivre le même temps dans les deux flacons du § IX, puisqu'elles y auroient eu la même quantité d'eau à décomposer, et qu'elles auroient pu se trouver dans le même état, relativement à la qualité délétère que leur séjour dans cette eau auroit pu lui donner. De sorte que

comme on ne voit d'autre différence entre l'eau commune et l'eau distiliée, que celle de la quantité de gaz oxygène qu'elles peuvent contenir, à la réserve des matières étrangères à l'eau, il est clair que les tanches ont plus vécu dans l'eau commune que dans l'eau distillée, parce qu'elles ont trouvé plus de gaz oxygène à respirer dans la première que dans la seconde.

D'ailleurs si cette décomposition de l'eau s'étoit opérée par la respiration des tanches, on auroit dû trouver le gaz hydrogène produit par la décomposition de ce fluide; mais comme il n'y a point de gaz hydrogène produit, il faut que la décomposition de l'eau ne se fasse pas, et par conséquent que les tanches aient absorbé le gaz oxygène mêlé dans l'eau où elles étoient.

§ XII.

Il me semble que j'ai bien établi l'absorption du gaz oxygène par les poissons; mais je n'ai point déterminé ce que devient ce gaz; je n'ai point montré si les poissons l'altéroient en se l'appropriant; je n'ai point parlé du gaz acide carbonique qui devoit être le résultat de cette respiration, en supposant que les poissons fussent soumis à la même formule que la plupart des autres animaux; je voudrois essayer cette recherche, mais chacun doit sentir aussi bien que moi les difficultés qui l'entourent, et qui en ont peut-être écarté les naturalistes. On comprend qu'il n'est guères possible de marcher ici qu'en tâtonnant, je veux pourtant tracer la route que j'ai suivie et ce que j'ai pu découvrir en la suivant.

§ XIII.

Je mis d'abord dans un petit vase ouvert plein d'eau de chaux une petite tanche; elle s'y agita avec fureur, s'élançant à la surface, se précipitant vers le fond, mais je vis clairement qu'elle n'inspiroit l'eau ni par la bouche ni par les branchies. La bouche fut constamment fermée et ses opercules toujours adhérens au col. Après quelques momens de repos, elle recommençoit à s'agiter avec violence; mais cette violence se calma et elle ne respira jamais pendant tout le temps qu'elle vécut dans l'eau de chaux, enfin elle périt au bout d'un quart d'heure.

Je vis l'eau de chaux se troubler, et je pensai que cet effet étoit produit par l'acide carbonique sorti de ce poisson pendant qu'il s'agitoit, au moins le précipité me parut du carbonate de chaux.

§ XIV.

Je répétai cette expérience en la variant, je fis entrer environ 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun dans le flacon rempli d'eau de chaux, où je placai la tanche, et je le fermai avec un bouchon usé à l'émeril. Cette tanche fit les mêmes mouvemens que la précédente, mais je n'observai point qu'elle respirât l'eau, elle périt à peu près dans le même temps que la première, et j'en fus assuré parce qu'elle flotta sur la surface de l'eau.

J'essayai l'air et je trouvai qu'il avoit perdu 3° de gaz oxygène.

Je laissai précipiter la chaux, je versai sur le

précipité quelques gouttes d'acide nitreux qui occasionnèrent une forte effervescence ; ce qui démontroit la présence de l'acide carbonique sorti du poisson pendant le temps qu'il vécut dans l'eau de chaux.

Je passai enfin à l'examen du poisson lui-même qui étoit péri ; il avoit la bouche fermée et les opercules serrés sur le corps ; en ouvrant les branchies je vis qu'elles avoient perdu leur rougeur naturelle, elles étoient devenues d'un rouge obscur, et quand je les touchai elles teignirent mon doigt d'une viscosité rougeâtre.

§ XV.

Je savois bien à présent que la tanche qui avoit vécu dans l'eau de chaux avoit fourni l'acide carbonique ; mais j'ignorois son origine : provenoit-il du corps du poisson ou de ses branchies, ou de tous les deux ? Je pensai donc à mettre une tanche fraîchement morte dans un flacon plein d'eau de chaux comme j'avois fait dans l'expérience du § XIII, je laissai la tanche pendant trois heures dans cette eau.

Le résultat de cette expérience fit voir que l'eau de chaux ne s'étoit point troublée : cette expérience ne fut pourtant pas semblable aux précédentes, puisque la tanche morte étoit restée immobile, tandis que l'agitation des autres avoit été extrême. Je rapprochai donc cette expérience des précédentes en agitant fortement cette tanche dans l'eau de chaux où je l'avois mise ; il parut bien alors que cette eau se troubloit, il se forma même beaucoup d'écume à la surface, mais quand tout fut devenu tranquille, l'eau resta claire ; je laissai encore cette tanche

pendant 18 heures dans l'eau de chaux, je décantai l'eau et je ne trouvai aucun précipité calcaire.

La conclusion qu'il restoit à tirer n'étoit pas équivoque; l'acide carbonique trouvé dans l'eau de chaux où j'avois placé la tanche vivante, ne pouvoit y avoir été produit que par cet animal, pendant le temps qu'il y vécut.

§ XVI.

Cette expérience capitale devoit être répétée avec une plus grande exactitude: je la refis donc de la même manière, mais je laissai dans le flacon qui contenoit l'eau de chaux 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun: tout se passa dans cette expérience comme dans les précédentes; la tanche me fit observer les mêmes mouvemens, la transparence de l'eau fut troublée, et la tanche périt après une heure de séjour dans cette eau.

J'essayai d'abord l'air que j'avois mis en contact avec l'eau de chaux dans le flacon, il ne me parut point altéré.

Au bout de 24 heures je filtrai l'eau de chaux du flacon au travers d'un papier brouillard, et j'eus un précipité pesant 106,15 milligrammes ou 2 grains; mais en versant sur ce précipité de l'acide nitrique, je vis qu'il n'étoit pas entièrement formé par le carbonate calcaire, et qu'une partie étoit un mucilage.

Le précipité calcaire étoit blanc, il pesoit 92,89 milligrammes, ou 1 grain $\frac{3}{4}$. La tanche qui m'avoit servi pour l'expérience pesoit 13,99 grammes, ou 264 grains.

§ XVII.

Puisque l'acide carbonique a été réellement produit dans l'eau de chaux par la tanche vivante ; puisque cet acide a formé le précipité calcaire que je viens de faire voir, il faudroit savoir à présent si cet acide carbonique est sorti du corps de la tanche ou de ses branchies.

Pour le découvrir, je tins la tanche jusqu'aux branchies dans l'eau de chaux, de manière que les branchies ne la touchèrent point ; alors, la tanche s'agita et se débattit violemment, mais l'eau de chaux ne se troubla point, et il ne s'y forma aucun précipité, quoique l'eau de chaux se troublât et que le précipité calcaire se précipitât, aussitôt que j'eus laissé pendant quelques minutes une tanche entière dans cette eau.

Il paroîtroit donc par cette expérience que l'acide carbonique s'échappe hors des branchies et qu'il ne s'exhale point hors de la surface du corps.

§ XVIII.

Je variai cette expérience dans le dessein de la confirmer, parce que la précédente permettoit encore des doutes ; la tête du poisson pouvoit seule fournir l'acide carbonique qui avoit formé le précipité calcaire dont j'ai parlé, et ma conclusion n'auroit pas été parfaitement solide.

Pour prévenir cette difficulté, je mis dans un flacon plein d'eau de chaux une tanche telle qu'elle se trouve au milieu des eaux avec toute sa faculté

respirante ; mais dans un autre flacon plein d'eau de chaux, je mis une autre tanche parfaitement semblable à la précédente, après lui avoir ôté les moyens de respirer l'eau par la bouche, en employant un mécanisme que je décrirai bientôt. Qu'arriva-t-il ? Ces deux tanches se débattirent violemment comme celles que j'avois mises précédemment dans l'eau de chaux ; mais je vis sortir de l'ouverture des branchies de la tanche qui avoit la respiration parfaitement libre des filets de sang qui prouvèrent que les branchies avoient souffert par l'action de l'eau de chaux qui y avoit pénétré.

L'eau de chaux se troubla dans les deux flacons, mais l'altération me parut plus grande dans celui où se trouvoit la tanche qui ne pouvoit pas respirer ; celle-ci périt au bout d'une heure, et l'autre au bout d'une heure et demie.

Je retirai alors les deux tanches hors de leurs flacons pour en examiner le précipité, et je crus trouver d'abord celui de la tanche non respirante plus considérable que celui de la tanche qui avoit respiré ; cependant il me parut aussi que la quantité du carbonate calcaire dissous dans tous les deux par l'acide nitrique étoit à peu près la même.

Il semble donc que l'acide carbonique obtenu dans ces expériences est sorti du corps de l'animal, et qu'il n'a pas été produit par les branchies, puisque la tanche qui ne pouvoit pas respirer en produisit autant que celle qui avoit la respiration libre.

§ XIX.

Le sujet étoit trop important pour l'abandonner ; je crus qu'il convenoit de rendre l'expérience plus concluante en la répétant de la même manière avec plus de sévérité ; ainsi après avoir fermé la bouche d'une tanche par le mécanisme que j'employai dans l'expérience précédente, je liai encore les opercules des branchies de cette tanche avec un fil pour leur interdire entièrement l'entrée de l'eau.

Tous les phénomènes observés dans les expériences précédentes reparurent dans celle-ci, la tanche respirante périt un quart d'heure après l'autre.

Je les retirai de l'eau de chaux dans le même moment ; les branchies de la tanche non respirante étoient saines et d'un rouge un peu obscur : celles de la tanche qui avoit respiré étoient livides et noirâtres, un sang corrompu s'attachoit au doigt qui les touchoit. Je recueillis avec soin les deux précipités, et quand chacun d'eux eut été également séché, je les trouvai rigoureusement égaux ; chacun d'eux pesa 66,35 milligrammes, ou un grain $\frac{1}{4}$; je voulus peser de nouveau les cartes dont je m'étois servi et dont les poids étoient parfaitement égaux, mais je trouvai que celle sur laquelle j'avois mis le précipité de la tanche respirante pesoit un grain de plus que l'autre D'où il paroîtroit que l'acide carbonique produit par la tanche non respirante auroit été plus fort d'un grain, que celui de la tanche respirante, ce qui ne s'accorderoit pas avec le résultat précédent, mais je m'aperçus que la tanche non respirante étoit plus

grande que l'autre : aussi je conclus encore que l'acide carbonique dégagé par les tanches dans l'eau de chaux est un produit du corps de l'animal, et qu'il ne sauroit être celui des branchies.

§ XX.

Je variai encore cette expérience en plongeant le corps de la tanche dans l'eau de chaux et en le tenant suspendu au-dessous des branchies par une ficelle, de sorte que la tanche avoit toute la tête et les branchies hors de l'eau de chaux ; elle resta dans cette position pendant 3 heures et elle vivoit lorsque je la retirai de là ; l'eau de chaux s'étoit troublée ; j'examinai le précipité produit et séché, et je trouvai qu'il étoit la moitié de celui que les branchies peuvent former (1).

§ XXI.

Enfin pour terminer cette recherche, je renfermai 2 petites tanches vivantes dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz hydrogène pour découvrir d'une autre manière, si elles donneroient de l'acide carbonique : je les laissai dans cette clôture pendant 12 heures, je les trouvai mortes au bout de ce temps-là, et en essayant le gaz, il me parut contenir 7° d'acide carbonique, comme je l'avois vu tant que'lles conservèrent quelque reste de vie ; d'où je conclus, comme je l'ai déjà fait, que ces tanches ont produit cet acide carbonique pendant qu'elles ont vécu.

---

(1) *Note de l'Editeur.* Cette expérience fut faite huit jours avant la mort de Spallanzani, comme j'ai pu le voir par sa date.

§ XXII.

Je m'approche à présent davantage de la respiration des poissons. En observant les tanches libres plongées dans l'eau, je leur vis inspirer continuellement l'eau par la bouche, qu'elles ouvrent toujours, et rejetter cette eau par les branchies ; aussi quand j'ai privé ces poissons de leurs branchies ils cessent d'ouvrir la bouche et les opercules des branchies restent immobiles. Ce fait important en explique un autre dont je parlerai bientôt. L'absorption du gaz oxygène que les tanches font lorsqu'elles sont privées de leurs branchies est beaucoup plus petite que dans leur état naturel, non-seulement parce que les tanches doivent souffrir par cette privation, mais surtout parce que l'eau pleine d'air ne traverse plus les branchies supprimées, de sorte que toute l'absorption doit se faire uniquement par la surface de leur corps.

§ XXIII.

Pour découvrir quelle étoit l'action des branchies dans la respiration des poissons, il falloit nécessairement pouvoir en supprimer le jeu, afin de découvrir par l'effet résultant de la suppression de ces organes, celui qu'ils produisent quand ils peuvent agir.

Afin de remplir ce but je fis entrer par la bouche d'une tanche deux petits cylindres dont l'un sortoit par l'ouverture de la branchie droite, et l'autre par l'ouverture de la branchie gauche, de sorte que les deux branchies devant être ainsi traversées et fermées, la petite tanche devoit être dans l'impossibilité d'expirer et d'inspirer l'eau.

Je plaçai donc une tanche avec cet appareil dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun, et j'en mis une semblable sans cet appareil dans la même quantité d'air, la température étoit de 6 à 7°.

J'essayai l'air de la première au bout de 18 heures, et je trouvai que celle *qui n'avoit pu respirer l'air* avoit absorbé 5° de gaz oxygène, elle étoit périe; *celle qui étoit saine* me fit remarquer le jeu continuel des opercules des branchies qui s'élevoient et s'abaissoient toujours; j'essayai l'air où elle avoit vécu aussi long-temps que l'autre, et je trouvai qu'elle avoit absorbé comme elle 5° de gaz oxygène.

§ XXIV.

Je m'étois évidemment trompé; j'avois cru suspendre la respiration de la tanche avec mes deux cylindres, et je vis mon erreur en répétant les deux expériences précédentes; la tanche avec l'appareil décrit et celle qui étoit sans appareil eurent toutes deux la tête couchée sur le plan horizontal du récipient. Je vis à chaque instant la tanche respirante ouvrir et fermer la bouche; quand elle la fermoit l'opercule de la branchie s'ouvroit et il s'abaissoit, quand la bouche s'ouvroit, et quand la tanche cessoit d'ouvrir la bouche, les opercules restoient immobiles; si je jetois ensuite les yeux sur la tanche qui avoit l'appareil que j'avois imaginé pour supprimer la respiration, je voyois en petit les mêmes choses; le mouvement des opercules faisoit mouvoir les petits cylindres; de sorte que par ce moyen j'avois diminué l'énergie de la respiration de l'air et de l'eau, mais je ne l'avois pas suspendue entièrement.

§ XXV.

J'eus recours à un autre moyen au lieu des petits cylindres, j'employai de petits cones placés de la même manière que dans l'expérience précédente, de façon que la pointe des cones sortoit par les branchies et la base par la bouche; dans cette disposition la bouche du poisson dilatée autant qu'il étoit possible ne pouvoit plus se mouvoir, les lèvres restoient immobiles et le mouvement de la bouche nécessaire pour faire entrer l'air et l'eau par la bouche et pour le faire sortir par les branchies, devoit être suspendu; néanmoins les deux opercules des branchies et les parties inférieures contigues à la tête avoient encore quelque mouvement, mais c'étoit en vain, puisque l'eau et l'air ne pouvoient plus entrer dans la bouche.

Je mis alors une petite tanche avec ce nouvel appareil sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; j'en plaçai une autre semblable mais dans son état naturel sous un autre récipient contenant la même quantité d'air commun, et je les laissai pendant 20 heures; j'essayai cet air au bout de ce temps là, et je trouvai que la tanche *dans son état naturel* avoit absorbé 16° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, tandis que la tanche *qui avoit perdu l'usage des organes respirateurs*, par mon appareil, et qui étoit périe absorba seulement 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène.

§ XXVI.

Mais comme la tanche avec l'appareil étoit périe,

j'abrégeai le temps de l'expérience, et je le réduisis à 9 heures, alors la tanche *intacte* absorba 9° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et celle *qui ne pouvoit pas respirer* en absorba seulement 4°. Il paroît donc que les branchies des poissons absorbent une assez grande quantité de gaz oxygène.

§ XXVII.

Je variai cette expérience en plaçant sous un récipient contenant 59,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air, une tanche à qui j'avois coupé la tête; j'en plaçai une autre de la même manière avec l'appareil décrit § XXIII; enfin j'en mis une troisième intacte dans le même volume d'air et je les laissai ainsi chacune séparément pendant 20 heures, après lesquelles je trouvai seulement la dernière vivante.

J'essayai l'air, la tanche *privée de la tête* absorba 5° de gaz oxygène; celle *avec l'appareil* en absorba 5° $\frac{1}{2}$, et produisit 2° d'acide carbonique; enfin la tanche *intacte* absorba 13° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 5° $\frac{1}{2}$ de gaz acide carbonique.

Il résulte donc de ces expériences que les tanches fraîchement tuées absorbent peu de gaz oxygène; que celles dont la respiration est suspendue en absorbent un peu plus, mais que celles qui respirent à leur aise en absorbent une quantité beaucoup plus considérable.

§ XXVIII.

Je plaçai sous deux récipiens contenant chacun 29,71 centimètres cubes, ou un pouce cube $\frac{1}{2}$ d'air commun, 2 petites tanches intactes sous l'un deux, et

2 petites tanches semblables avec l'appareil décrit sous l'autre ; elles étoient sous les deux tubes séparées du contact immédiat de l'air par une éponge humide ; je les laissai dans cet état pendant 5 heures, et je trouvai que sous les 2 tubes où les tanches vivoient encore l'air n'avoit point été altéré.

§ XXIX.

Je ne trouvai point encore ces expériences assez rigoureuses, je les refis avec plus d'exactitude. Je choisis 4 tanches égales, j'en plaçai une intacte sous un récipient contenant 24,76 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{4}$ cube d'air commun ; j'en plaçai une autre semblable de la même manière ; je mis la troisième avec l'appareil décrit dans la même quantité d'air ; enfin je logeai la quatrième de la même façon après lui avoir appliqué l'appareil décrit, et lié les opercules des branchies avec un fil qui en arrêtoit tous les mouvemens sans blesser le poisson, et je fis l'essai de l'air où ces tanches avoient été au bout de 7 heures $\frac{1}{2}$.

La première tanche *intacte* absorba 5° de gaz oxygène, elle étoit vivante.

La seconde tanche *intacte* absorba 7° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, elle étoit vivante.

Celle qui *avoit l'appareil* n'absorba que 3° de gaz oxygène, elle étoit périe.

Celle qui *avoit l'appareil avec les opercules des branchies liés* n'absorba que 2° de gaz oxygène, elle étoit périe.

Ces expériences prouvent donc encore, comme les précédentes, que les tanches respirantes absorbent

plus de gaz oxygène que celles qui ne peuvent pas respirer, et que plus on parvient à intercepter parfaitement le passage de l'air dans les branchies des poissons, plus aussi la quantité du gaz oxygène absorbé est petite. Enfin que ces petites tanches périssent quand l'air ne peut s'introduire dans leurs branchies, et qu'elles ne meurent pas d'abord quand leurs branchies restent en contact avec l'air.

§ XXX.

Il me vint après cela dans l'esprit de priver les tanches de leurs branchies en les coupant; c'est ce que je fis à deux d'entr'elles qui étoient très-petites et fort vives; je les mis d'abord après cette opération sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, elles y restèrent pendant 2 heures $\frac{1}{2}$, et je trouvai par l'essai de l'air où elles avoient vécu qu'elles avoient absorbé $5^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et qu'elles avoient produit $5^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 3° d'azote; ces tanches étoient presque mortes.

§ XXXI.

Je répétai cette expérience, mais pour la rendre plus utile je voulus comparer les effets produits par ces tanches privées de leurs branchies avec ceux qui seroient produits par des tanches intactes. Je plaçai donc 2 tanches intactes sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, j'en mis 2 autres de la même manière sous un autre tube contenant la même quantité d'air après les avoir privées de leurs branchies, et je les laissai

dans cette clôture et dans cet état pendant 2 heures : après cela je fis l'essai de l'air où elles avoient vécu.

Les tanches *intactes* pleines de vie avoient absorbé 8° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique. Les tanches *privées de leurs branchies* absorbèrent seulement 2° de gaz oxygène, elles étoient mortes.

Il résulteroit donc de ces expériences que les branchies des poissons absorbent plus de gaz oxygène que leur corps, qui en absorbe peu proportionnellement aux branchies ; il semble au moins que le corps des grenouilles en absorbe proportionnellement une quantité plus grande relativement à leurs poumons.

§ XXXII.

On connoît l'influence de la chaleur sur la respiration ; il étoit important de savoir comment elle agiroit sur celle des poissons et ce qu'ils deviennent pendant l'hiver.

§ XXXIII.

Les pêcheurs m'ont appris que l'on ne prenoit pas pendant l'hiver les tanches dans l'eau courante, mais dans la vase du fond sur lequel elle roule; ils m'ont assuré que les tanches s'enfonçoient alors assez et qu'elles restoient immobiles dans leurs trous; quand on veut en pêcher avec le filet dans cette saison, il faut l'amener plein de la vase, et recommencer l'opération jusqu'à ce que l'on ait attrapé quelques tanches. Ils ajoutent que lorsque l'on tire les tanches du filet, quel que soit le froid, elles sont plus vives, plus frétillantes que dans tout autre temps. Ils disent même que les tanches s'enfoncent à 2 ou 3 pieds et même

davantage, et que s'il y a du sable sous la vase on n'en voit jamais autour d'elles.

§ XXXIV.

Ce fait méritoit bien d'être examiné avec soin, il falloit surtout caractériser l'action du froid sur les tanches, car il étoit naturel d'imaginer que puisque ces poissons cherchent à se garantir du froid, il faut qu'il leur soit nuisible, et que puisqu'ils se retirent dans des trous assez profonds pendant l'hiver, ils pourroient bien être de la classe des animaux léthargiques.

§ XXXV.

J'exposai pendant 11 heures huit petites tanches hors de la fenêtre, il y en avoit 4 à sec dans un vase et 4 dans l'eau, à la température de — 2°

Les 4 tanches qui étoient *dans l'eau* vivoient et nageoient aisément, quoique l'eau fût en partie gelée et en partie fluide.

Les 4 tanches *à l'air* n'étoient pas gelées, mais elles me parurent immobiles, et quoique je les tinsse à la main elles ne donnèrent aucun signe de vie, et ne firent aucun mouvement; elles n'entrouvrirent pas même les opercules des branchies, et n'agitèrent point les nageoires suivant leur coutume. Je les mis alors dans une eau dont la température étoit de 5°: aussitôt qu'elles y furent, 2 d'entr'elles commencèrent à ouvrir et fermer les opercules des branchies; ce qui étoit une preuve qu'elles commencoient à respirer; ensuite elles mirent en mouvement les nageoires pectorales, se redressèrent parce qu'elles étoient renversées, elles nagèrent alors très-bien.

Ces 4 tanches avoient tous les caractères d'une vraie léthargie, mais elle fut momentanée et disparut tout a fait dès qu'on les mit dans l'eau. On n'observe pas ce passage brusque de l'état léthargique à l'état éveillé dans les grenouilles, les crapauds, les salamandres, les couleuvres et les serpens; tous ces animaux exigent un temps assez long quand ils sont léthargiques pour reprendre leur activité naturelle.

Les 4 tanches qui étoient dans l'eau à demi gelée y paroissoient très-vives, je les tirai de cette eau et les mis à sec sur ma fenêtre à la température de 0°; elles y perdirent leur activité au bout d'une demi-heure, elles y devinrent immobiles comme les précédentes, elles s'agitèrent pourtant toujours quand je les touchois, et elles ne devinrent pas rigoureusement léthargiques: demi-heure après le thermomètre étant toujours à 0°, ces tanches plioient encore la queue lorsque je les touchois, ou plutôt elles approchoient la queue de la tête, comme elles le font dans leur état naturel; elles ne furent donc pas léthargiques après une exposition d'une heure à la température de 0°; ce qui n'arrive pas aux quadrupèdes ovipares etc. qui deviendroient alors complétement léthargiques. Enfin la température s'étant un peu élevée, je remis les tanches vivantes dans l'eau où elles nagèrent sur le champ.

Il faut pourtant observer que ces petites tanches dans l'air ne gèlent pas à la température de — 2°; qu'elles donnent alors des signes équivalens à ceux d'une vraie léthargie, mais que cette léthargie cesse à l'instant quand on les met dans l'eau; qu'elles ne

tombent jamais dans cette léthargie quand elles sont en partie dans l'eau et en partie dans la glace, tout comme lorsqu'elles sont dans l'air à la température de 0°.

§ XXXVI.

Ce phénomène méritoit bien d'être suivi; je profitai pour cela d'une matinée assez froide pour observer si les tanches deviendroient léthargiques dans l'eau.

Je pris 3 tanches très-vives, je les mis dans un vase plein d'eau placé hors de la fenêtre de ma chambre, le thermomètre indiquoit la température de — $1^{\circ}\frac{1}{2}$.

Je vis se former dans l'eau diverses aiguilles de glace qui s'augmentèrent peu-à-peu ; au bout d'une demi-heure elles encombrèrent presque toute la masse de l'eau qui auroit formé une pâte glacée si le mouvement continuel des poissons n'y avoit pas mis un obstacle ; cependant malgré ce mouvement continuel leur vivacité me parut un peu diminuée. Pendant le même temps je tins une grenouille dans l'eau exposée au même froid, elle y devint à moitié léthargique.

§ XXXVII.

J'exposai encore une tanche très-vive dans l'eau au même froid ; elle étoit renfermée dans un récipient de 2,71 décimètres ou 10 pouces de hauteur et de 2,7 centimètres de largeur ; l'eau qui le remplissoit étoit à la température de 0°. La tanche alla d'abord au fond du vase, quand je l'eus placée hors de ma fenêtre où la température étoit de — $7^{\circ}\frac{1}{2}$. J'aperçus d'abord des filets de glace qui se formèrent à la cime de l'eau et même à quelque profondeur ; ils s'accrurent

bientôt et devinrent des lames très-minces accrochées entr'elles en tout sens. Quand le fond de l'eau eut commencé à geler, l'eau qui touchoit la surface du verre du récipient se gela ; cependant la tanche continuoit à se mouvoir et à respirer l'eau qu'elle trouvoit autour d'elle.

Voilà ce que j'observai pendant les deux premières heures de l'expérience, mais deux heures après les précédentes, c'est-à-dire 4 heures après le commencement de l'expérience, le thermomètre étant à — 5°; je vis une suite de bulles d'air qui s'échappèrent avec rapidité du fond et des parois du vase hors de l'eau qui se geloit partout ; elles arrivèrent à la surface supérieure qui étoit gelée. La tanche vivoit pourtant dans cette prison de glace, elle y remuoit la tête et la queue. Le cylindre de glace grossissoit toujours en s'approchant du centre, et 4 heures $\frac{1}{2}$ après le commencement de l'expérience la tanche fut enveloppée de tous côtés par des parois de glace qui la comprimoient, cependant elle respiroit toujours la petite quantité d'eau qui la touchoit.

Je m'aperçus alors que ce poisson auroit bientôt péri par la compression violente de la glace, et qu'il y auroit enfin gelé, parce qu'il n'auroit pu remuer et qu'il y auroit manqué d'eau. Je retirai donc le récipient dans ma chambre, il avoit été exposé à ce froid pendant 6 heures ; au bout d'une heure, l'eau se dégela assez pour sortir la glace qui entouroit le poisson, elle offroit l'apparence d'un cylindre de glace parsemé de fissures contenant le poisson dans un espace vide où il continuoit de vivre ; je le mis alors dans

l'eau, et aussitôt qu'il y fut plongé, je vis une bulle d'air s'échapper de ses branchies, ensuite il se mit à nager.

Il résulte donc de cette expérience, que la tanche n'avoit éprouvé aucune torpeur pendant qu'elle avoit ressenti la violence de ce froid.

§ XXXVIII.

Je laissai de petites tanches dans des vases de verre très-grands, exposés au froid, de telle manière, pendant 15 jours, que l'eau y fut réduite à l'état d'une pâte à demi-fluide, dans laquelle je voyois pourtant ces poissons nager; de sorte que le séjour de ces poissons dans cette eau à demi gelée est une preuve très-forte qu'ils ne sont pas sujets à la léthargie qu'éprouvent les animaux léthargiques.

§ XXXIX.

J'observai quelques petites tanches dans l'eau d'un vase que le gel avoit réduit à la consistance d'une pâte très-molle, elles n'y étoient pas léthargiques, puisqu'en agitant le vase elles changeoient de place; il est vrai qu'elles étoient immobiles quand je ne les touchois pas; mais elles ont quelquefois cette immobilité dans l'eau fluide, quand elle est tranquille, ou quand on n'agite pas le poisson: il y a plus, je fixai les regards sur une de ces tanches, et je vis qu'elle respiroit; c'est-à-dire qu'elle ouvroit et fermoit la bouche 7 fois par minute; à la vérité cette ouverture de la bouche étoit très-petite et sa clôture très-lente. Je fixai de même deux autres de ces tanches, il y en

avoit une qui n'ouvroit point la bouche, et l'autre l'ouvroit très-peu; elles étoient toutes immobiles mais quand je les touchois avec une baguette de verre, elles se mettoient en mouvement et leur respiration se hâtoit; quoiqu'elles ouvrissent peu la bouche son mouvement étoit assez rapide; mais tout cela ne ressemble point à la léthargie des animaux vraiment léthargiques.

§ XL.

En suivant ces tanches exposées à ces basses températures, je remarquai bien que lorsque la température de l'eau étoit de 1° la respiration des tanches s'accéléroit sensiblement, et que les mouvemens de ces poissons devenoient plus rapides.

§ XLI.

J'avois mis une tanche dans un vase plein d'eau et ouvert, l'eau se gela le second jour; dans le troisième il se forma une croute de glace d'un demi-pouce d'épaisseur, qui fermoit entièrement le vase, et dans le quatrième la tanche périt. J'avois mis cependant une tanche dans un vase semblable et également plein d'eau, où l'eau ne gela point et la tanche y vécut pendant plusieurs semaines.

Il paroît donc que la croûte de glace qui intercepta la communication de l'air avec l'eau fut la cause de la mort de la tanche qui étoit dans l'eau gelée, et c'est pour cela que dans les étangs on rompt la glace pour prévenir la mort des poissons qui les habitent.

§ XLII.

J'eus l'occasion de voir un phénomène qui me frappa. J'avois exposé sur ma fenêtre une tanche dans un long tube plein d'eau, le thermomètre étoit à —5° $\frac{1}{2}$; je plaçai près de la tanche un thermomètre qui resta stationnaire à 0°, et l'eau fut toujours fluide au tour de la tanche, quoique le fond du vase et la partie supérieure de l'eau du vase fût gelée, de sorte qu'elle étoit là partout enveloppée par la glace.

Qu'est-ce donc qui a empêché la congélation de l'eau environnant la tanche? Est-ce la chaleur propre de ce poisson? Est-ce son mouvement? Seroit-ce plutôt l'eau qui entroit dans la bouche et qui en sortoit par les branchies?

Quoiqu'il en soit, la tanche continua toujours de respirer à cette température, elle avoit conservé son agilité; et elle ne donna pas le moindre signe de léthargie.

§ XLIII.

J'avois mis dans 5 récipiens cylindriques pleins d'eau quelques tanches; l'eau s'y gela entièrement; quand elle fut bien gelée je les approchai de mon fourneau; mais quoique l'eau fût gelée partout, j'avois vu l'eau fluide autour des tanches et les tanches y nageoient et se mouvoient.

En examinant la formation de la glace, je vis la partie supérieure de l'eau se geler la première, les filets de glace se prolonger vers le fond, quelques tanches en furent environnées, et y restèrent immobiles; mais elles respiroient toujours; elles furent envelop-

pées de glace, et l'eau ne me parut fluide qu'autour de la tête du poisson : je ne saurois dire si cela dérive du développement du calorique par les branchies, ou du mouvement de l'eau excité par la respiration. Ce qu'il y a de vrai, c'est qu'ayant touché les tanches environnées par la glace elles prirent rapidement la fuite.

§ XLIV.

Que deviennent les tanches mises à l'air lorsque sa température est basse? C'étoit encore un cas curieux du problème dont je m'occupe sur l'influence que le froid exerce sur les poissons.

Pour le résoudre je mis une tanche à l'air dont la température étoit de — 4°, au bout d'une heure elle commença de se geler superficiellement, la queue et les nageoires étoient durcies par le gel; la tanche étoit complétement immobile, et elle avoit l'apparence de la mort; en la maniant, je vis pourtant qu'elle pouvoit se plier, ce qui me prouva qu'elle n'étoit pas entièrement gelée; je la mis dans l'eau dont la température étoit de 3° ; elle y resta plus d'une heure sans donner aucun signe de vie; ensuite elle commença à mouvoir les nageoires pectorales ; bientôt après je remarquai un commencement de respiration; mais la tanche flottoit toujours sur l'eau et je la trouvai morte le lendemain matin.

§ XLV.

Il paroît donc que lorsque les tanches commencent à se geler elles perdent la vie, et que si elles se raniment un peu en se dégelant, ce n'est pas pour

long-temps; tandis que les grenouilles gelées plus à fond ne périssent pas.

§ XLVI.

Je mis une tanche dans l'air à la température de $-3° \frac{1}{2}$, elle s'y agita fortement, en approchant la queue de la tête, elle y respira 8 fois dans la première minute, et sa respiration me parut plus forte en la jugeant par l'ouverture de la bouche et l'élévation des opercules des branchies; mais au bout d'un quart d'heure elle ne respira plus que lorsque je la touchai, sa respiration étoit alors très-foible, elle ouvrit à peine la bouche; cependant lorsque je la pris dans les mains, elle s'agita avec violence, et quand je la plaçai dans l'eau après 2 minutes de tranquillité elle se mit à nager.

§ XLVII.

Je laissai pendant une heure une petite tanche exposée à l'air dont la température étoit de —3°; elle commençoit à se geler mais elle avoit encore assez de souplesse; elle donna tous les signes de la mort après avoir été dégelée dans l'eau; la bouche resta fermée, les opercules des branchies étoient immobiles, alors je coupai la partie inférieure des branchies avec des ciseaux; j'en enlevai la moitié et le reste des opercules commença à s'ouvrir et à se fermer, la bouche en fit alors autant. La partie découverte des branchies étoit d'un beau rouge; cependant la respiration devoit être changée, puisque les opercules ne touchoient plus la tête. Une heure et demie après cette opération, la respiration fut continue, enfin la tanche périt, mais à

l'exception de ce mouvement respirateur et de celui du cœur, la tanche pouvoit être regardée comme morte.

Il résulteroit donc de cette expérience, que les tanches exposées à un grand froid y perdent le sentiment sans perdre tout à fait le mouvement des branchies et du cœur; ce que l'on ne voit ni dans les grenouilles ni dans les salamandres qui deviennent véritablement léthargiques.

§ XLVIII.

Je mis ensuite 5 petites tanches dans l'eau sur ma fenêtre, où la température étoit de — $1^{\circ}\frac{1}{2}$; je vis les filets de glace se former et s'accroître, mais les tanches continuèrent à nager; j'avois placé de même dans l'eau une grenouille qui devint à moitié léthargique; je les tirai de cette eau, et je les plaçai dans la neige dont elles furent recouvertes; au bout d'une heure la grenouille étoit dans un état de léthargie tel qu'elle ne donnoit quelques signes de mouvement que lorsqu'on l'irritoit fortement; je la mis alors dans l'eau dont la température étoit de $0^{\circ}\frac{1}{4}$, elle alla d'abord au fond sans mouvement, et ce fut seulement quelque temps après qu'elle commença de se mouvoir; cependant les tanches retirées de la neige et mises à sec sur ma fenêtre plioient souvent la queue vers la tête, et quand je les mettois dans l'eau avec la grenouille elles y nageoient quelques momens après.

On ne peut donc pas dire que les tanches deviennent vraiment léthargiques par le froid, quoiqu'elles perdent alors de leur agilité; on peut seulement

affirmer qu'elles s'engourdissent comme tous les animaux exposés long-temps à un grand froid.

§ XLIX.

Voici une expérience qui confirme cette conclusion. Je laissai deux tanches ensevelies sous la neige pendant 12 heures. J'en pris une qui retira d'abord la tête et la queue en les rapprochant l'une de l'autre; je la mis dans l'eau, elle gagna sur le champ le fond, où elle resta immobile; mais après un moment elle se mit à nager, ce qui prouvoit bien qu'elle n'étoit pas léthargique.

J'observai les mêmes résultats avec d'autres tanches tenues sous la neige pendant 40 heures. Il faut donc conclure encore plus fortement que les tanches ne sont pas susceptibles d'une vraie léthargie.

§ L.

Enfin pour démontrer cette conclusion, il me semble qu'il ne reste plus qu'à prouver que les tanches respirent à une basse température, car si elles étoient vraiment léthargiques leur respiration cesseroit.

Je mis sous un récipient contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, une tanche à la température de $0^{\circ} - \frac{1}{2}$ pendant toute une nuit d'hiver. Le lendemain matin j'en essayai l'air, et je trouvai que la tanche à demi-gelée et à demi-vivante avoit absorbé $4^{\circ}\ \frac{1}{2}$ de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 2° d'acide carbonique.

§ LI.

Après avoir considéré l'action de l'air sur les pois-

sous vivans, il me restoit à rechercher l'action des poissons morts sur l'air : cette dernière manière d'étudier cet objet répand nécessairement de la lumière sur celle qui nous a occupé, puisqu'elle montre d'une manière plus sensible ce qui appartient à la respiration elle-même et le distingue de ce qui se trouve réellement opéré par la fibre animale seule, sans aucun égard à l'influence des mouvemens de la vie.

§ LII.

Je plongeai 4 tanches mortes sous 2,7 décimètres, ou 10 pouces d'eau dont la surface étoit en contact avec l'air, mais la surface des tanches étoit recouverte par l'eau superposée, je les recouvris ainsi d'un récipient fermé par l'eau. Je disposai de la même manière 4 tanches vivantes et je les laissai dans cet état pendant 3 jours.

J'examinai alors l'air et je trouvai que l'air qui recouvroit le vase où étoient les *tanches mortes* n'avoit pas été altéré, tandis que celui où étoient les *tanches vivantes* l'avoit été sensiblement.

§ LIII.

J'attribue cela à la température qui avoit été pendant le jour de 6 à 7° et pendant la nuit de 3 à 4°.

Il me falloit donc procéder autrement ; j'enfermai dans un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri et contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, 2 tanches fraîchement tuées. J'en disposai de même 2 autres qui sentoient mauvais, et je les laissai 26 heures ; après cela j'essayai l'air des deux flacons.

Les 2 tanches *fraîchement tuées* absorbèrent 12° de gaz oxygène et produisirent 12° d'acide carbonique.

Les 2 tanches *qui sentoient mauvais* et dont l'odeur étoit devenue insupportable avoient absorbé 16° de gaz oxygène et produit 16° d'acide carbonique.

Ce cas est remarquable puisque les matières pourrissantes ont absorbé plus de gaz oxygène que celles qui sont saines.

§ LIV.

Je voulus suivre l'action des tanches mortes sur l'air jusques à leur destruction totale, mais pour pouvoir tirer de ces expériences quelques conséquences plus justes, il falloit simplifier l'expérience et multiplier les objets de comparaison en employant le gaz oxygène et l'air commun.

Je mis une petite tanche fraîchement tuée et dont le volume étoit d'environ 9,90 centimètres cubes, ou d'un demi-pouce cube, sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun. J'en disposai une autre semblable fraîchement tuée, de la même manière sous un tube où il y avoit la même quantité de gaz oxygène ; ces tubes étoient fermés par l'eau. Je les laissai pendant 24 heures. Comme dans les expériences suivantes, je suivrai les mêmes dispositions, je ne les répéterai pas, je me suis borné à renouveler chaque fois dans chaque tube la même quantité d'air et de gaz.

Je fis l'examen de l'*air commun*, la tanche en avoit absorbé 1°, celle qui étoit dans le *gaz oxygène* en absorba 17° et produisit 5° d'acide carbonique. Il y a donc eu une grande différence dans l'absorption

du gaz oxygène par ces tanches; celle qui est faite dans le gaz oxygène pur est bien plus considérable.

Je plaçai de nouveau ces mêmes tanches dans les mêmes quantité d'air commun et de gaz oxygène; mais je mis les appareils sur mon fourneau; au bout de 24 heures j'essayai l'air; il y eut dans l'*air commun* 4° de gaz oxygène absorbé, c'est-à-dire 3° de plus que dans la précédente expérience; mais dans le gaz *oxygène* il n'y eut que 14° d'absorbé, c'est-à-dire 5° de moins. Les tanches n'avoient point encore de mauvaise odeur.

Je renouvellai l'air et le gaz oxygène où j'avois mis ces tanches, et je les replaçai sur mon fourneau; j'en examinai l'air au bout de 24 heures; dans *l'air commun* la tanche avoit absorbé 12° de gaz oxygène et dans le *gaz oxygène* 64°. Les tanches sentoient mauvais, l'absorption du gaz oxygène est bien augmentée.

Je suivis la même manière de procéder avec les mêmes tanches; 24 heures après il y eut dans *l'air commun* 13° de gaz oxygène absorbé et 92° dans le *gaz oxygène*, l'odeur étoit fort augmentée.

24 heures après dans *l'air commun*, il y eut 19° de gaz oxygène absorbé et 76° dans *le gaz oxygène*. L'absorption s'accroît dans l'air commun et diminue dans le gaz oxygène.

49 heures $\frac{1}{2}$ après il y eut 18° de gaz oxygène absorbé dans l'*air commun* et 78° dans le *gaz oxygène*. Ces absorptions diminuent.

48 heures après tout le gaz oxygène, ou 20°, furent absorbés dans l'*air commun*, et 84° dans le *gaz oxygène*, les absorptions augmentent.

26 heures $\frac{1}{2}$ après, tout le gaz oxygène fut absorbé dans l'*air commun*, et 64° dans le *gaz oxygène*.

Il paroît que cette absorption du gaz oxygène est bien forte et bien continue; elle ne paroît suivre aucune règle, je fus forcé d'interrompre cette suite d'expériences.

§ LV.

Mais si je savois par ces expériences la quantité de gaz oxygène que la tanche morte et pourrissante avoit absorbée, je ne pouvois savoir de même ce qu'elle pouvoit avoir produit, parce qu'il pouvoit se faire des combinaisons de l'oxygène avec les effluves du poisson, où même avec les parties du gaz qu'il a touché, de sorte qu'il me fallut changer le contact des atmosphères qui le recouvroient.

Je pensai donc à placer une tanche fraîchement tuée dans le gaz hydrogène qui semble avoir le moins d'affinité avec les parties constituantes de l'animal. Je mis donc dans un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri et contenant 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène, la moitié d'une tanche divisée par le milieu dans sa longueur et coupée en petits morceaux; je mis l'autre moitié dans un flacon semblable contenant la même quantité d'air commun. Je laissai ces deux flacons sur mon fourneau pendant 64 heures. Je voulois voir s'il se produiroit autant de gaz acide carbonique dans le gaz hydrogène que dans l'air commun.

Je fis donc l'analyse de ces deux atmosphères en commençant par celle du *gaz hydrogène*. Lorsque je débouchai le flacon, il s'en échappa avec bruit un

jet d'air que je recueillis; il sentoit fort mauvais, je trouvai 16° d'acide carbonique ou 16,00.

Le flacon où étoit l'*air commun* laissa aussi échapper de l'air avec bruit en le débouchant, il contenoit 20° d'acide carbonique, c'est-à-dire 4° de plus que dans le gaz hydrogène.

Mais je pouvois craindre que le gaz acide carbonique plus pesant que le gaz hydrogène ne fût resté en partie au fond du flacon, et qu'en le débouchant le gaz hydrogène ne fût sorti le premier et qu'il ne fût pas bien mêlé avec le gaz acide carbonique. D'un autre côté, dans l'expérience faite avec l'air commun, il pouvoit arriver qu'après la destruction du gaz oxygène il ne restât que le gaz azote moins léger que le gaz hydrogène, relativement à l'acide carbonique, et que dans ce cas l'acide carbonique ne fût pas autant précipité, de manière que la comparaison entre les 2 cas auroit été vicieuse, je le craignois d'autant plus que le jet d'air produit en débouchant le flacon où étoit l'air commun fut très-petit en comparaison de celui qui sortit du flacon où étoit le gaz hydrogène; de sorte qu'il pouvoit être resté dans celui-ci plus de gaz acide carbonique, qui pouvoit rendre la conclusion que l'on auroit pu tirer de cette double expérience peu juste, et par conséquent qu'il ne seroit pas vrai qu'il se fût produit plus d'acide carbonique dans l'air commun que dans le gaz hydrogène.

Mais comme si j'eusse prévu cette difficulté, j'avois disposé un autre flacon plein d'air commun avec la moitié d'une tanche égale à la précédente, il contenoit précisément aussi 39,64 centimètres cubes, ou 2

pouces cubes, d'*air commun*, mais je ne l'ouvris point avec les 2 autres, quoiqu'il eût été comme eux sur le fourneau pendant le même temps; je le laissai donc encore 22 heures, c'est-à-dire qu'il y fut en tout 86 heures; alors en débouchant le flacon il y eut un jet d'air considérable qui sentoit fort mauvais, et en l'analysant je trouvai qu'il contenoit 27° de gaz acide carbonique.

Il paroît donc que les 20° de ce gaz que j'avois obtenu ne sont pas imaginaires comme je le craignois, puisque ceux-ci se sont accrus avec le temps pendant lequel la chair de ce poisson est restée dans l'air commun.

§ LVI.

Je voulus répéter cette expérience avec les gaz hydrogène et azote; je commence par le gaz hydrogène, en avertissant que je préparai rigoureusement l'expérience de la même manière que la précédente; je laissai le flacon qui contenoit la moitié d'une petite tanche avec le gaz hydrogène, et celui qui contenoit l'autre moitié avec l'air commun pendant 54 heures dans mon cabinet.

Je ne vis aucun changement remarquable dans la couleur de la chair; j'observai seulement une eau semblable à celle où on lave la viande, elle contenoit de l'acide carbonique.

Il y avoit 14° d'acide carbonique dans le *gaz hydrogène*; en débouchant le flacon il s'échappa plusieurs bulles qui ne sentoient pas mauvais, et le poisson lui-même n'avoit pas une odeur désagréable.

En débouchant le flacon qui contenoit l'*air com-*

mun avec la moitié d'une petite tanche comme le précédent, il en sortit beaucoup plus d'air; cet air contenoit 18° de gaz acide carbonique, c'est-à-dire 4° de plus que dans le gaz hydrogène; ce qui s'accorde avec l'expérience précédente. La chair commençoit à sentir mauvais.

Il paroît donc que la putréfaction est plus prompte dans l'air commun que dans le gaz hydrogène.

Je renouvelai l'expérience, ou plutôt je la prolongeai de la même manière après avoir renouvelé l'air sur les mêmes moitiés de la tanche qui l'avoient déjà subie en la faisant durer 78 heures, qu'il faut compter depuis le commencement de la précédente.

Dans le flacon où étoit le *gaz hydrogène* il y eut 13° de gaz acide carbonique, et 15° du même gaz dans le flacon où étoit l'*air commun;* les deux gaz s'échappèrent en partie d'eux-mêmes en ouvrant les flacons.

La tanche du gaz hydrogène commençoit à sentir mauvais, ses fibres s'étoient ramollies, la chair qui étoit dans l'air commun sentoit fort-mauvais, et son ramollissement étoit très-grand.

Ces expériences montrent bien que la quantité du gaz acide carbonique produit a été à peu près la même dans les deux cas, et si elle a été plus grande dans l'air commun, c'est parce que la putréfaction y fut plus avancée.

§ LVII.

J'avois préparé 2 flacons comme les précédens; l'un d'eux contenoit 39,64 centimètres cubes ou 2 pouces cubes de gaz azote, et l'autre la même quan-

tité d'air commun ; il y avoit dans chacun la moitié d'une petite tanche, et je ne les ouvris qu'après 96 heures de leur clôture.

Je trouvai dans le flacon contenant l'*air commun* cette eau rougeâtre que j'ai décrite dans le § LVI ; la chair s'étoit fort gonflée. Dans le *gaz azote* il n'y avoit presque point de cette eau, mais la chair s'étoit aussi un peu gonflée.

En débouchant le flacon où étoit l'*air commun*, il s'échappa beaucoup d'air que je recueillis, et j'y trouvai 25° d'acide carbonique.

Il sortit beaucoup plus d'air en débouchant le flacon où étoit le *gaz azote* ; j'y trouvai 20° de gaz acide carbonique ; mais comme j'avois analysé le gaz qui s'étoit échappé, je trouvai bien qu'il contenoit autant d'acide carbonique que celui qui étoit dans le fond du même flacon, que j'analysai séparément ; en sorte que chacun d'eux dénonça les 20° d'acide carbonique.

La chair de la tanche qui étoit dans l'*air commun* sentoit fort mauvais, elle avoit perdu sa couleur naturelle ; elle étoit devenue jaunâtre, et elle sembloit être sans fibres. La chair de la tanche qui étoit dans le *gaz azote* avoit conservé sa couleur naturelle, elle étoit un peu moins ferme que lorsqu'elle fut mise dans le flacon, mais elle ne sentoit presque pas mauvais.

Si donc la chair de la tanche a donné un peu plus d'acide carbonique dans l'air commun que celle qui étoit dans le gaz azote, on voit clairement que c'est parce que la putréfaction étoit plus avancée dans l'air commun.

§ LVIII.

Il résulte donc de ces expériences comparatives faites dans l'air commun et dans les gaz hydrogène et azote, qu'en général les chairs dans l'air commun donnent plus d'acide carbonique que dans ces gaz; mais que la putréfaction n'est pas aussi avancée dans les gaz que dans l'air commun, de sorte que la quantité d'acide carbonique produit seroit à peu près égale dans tous les trois.

§ LIX.

Il y a une autre conséquence générale à tirer de ces expériences qui me semble bien importante; c'est celle que présente ce gaz acide carbonique produit dans les gaz hydrogène et azote.

On pourroit soupçonner du gaz oxygène mêlé avec les deux autres gaz, et alors la production du gaz acide carbonique ne seroit plus si remarquable, parce que son union avec les matières charboneuses de l'animal en offriroit les élémens. Je me fis cette objection, et je crois l'avoir résolue par une expérience faite dans ce but.

Je mis la moitié d'une petite tanche dans 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène; il s'y produisit 12° de gaz acide carbonique, et je m'étois assuré par le moyen du phosphore, qu'il n'y avoit pas un atome de gaz oxygène; du moins il ne s'y forma pas l'apparence d'un nuage, lorsque le phosphore y bouillit; dans le même temps je fis cette expérience avec l'air commun de la même manière, et j'obtins 17° de gaz acide carbonique.

Quelle conclusion tirera-t-on de ces expériences? Il me semble que l'on peut seulement dire que le surplus d'acide carbonique produit dans l'air commun a été formé par l'union du gaz oxygène avec la matière charboneuse de l'animal, mais qu'il y en auroit toujours 12° qui auroient la même origine que dans le gaz hydrogène. De sorte qu'il sortiroit de cette chair pourrissante, non-seulement de l'acide carbonique, mais aussi du charbon, ce qui est bien possible; mais ne seroit-il pas possible aussi que l'oxygène de l'air en se combinant avec la chair chassât l'acide carbonique hors de la fibre animale?

§ LX.

En faisant cette suite d'expériences sur les tanches, je n'ai point négligé d'en faire de semblables avec d'autres poissons; j'en rapporterai encore quelques-unes qui sont, à la vérité, éparses et sans suite, mais qui ont de grands rapports avec les précédentes, et qui peuvent jeter quelque jour sur celles que j'ai racontées.

Je commence par les expériences que je fis sur les ANGUILLES.

Je tins pendant 24 heures 2 petites anguilles vivantes sous deux récipiens; elles y nageoient dans l'eau; un des récipiens renfermoit de l'air commun et l'autre du gaz oxygène; il y avoit une de ces anguilles sous chacun des récipiens; toutes deux avoient la bouche à fleur d'eau, laissoient échapper souvent des bulles d'air par leurs branchies, et suçoient l'air par la bouche comme les tanches; elles

périrent au bout de 24 heures. Il y avoit 187,90 centimètres cubes, ou 9 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air sous les récipiens. J'essayai l'air de l'anguille qui étoit sous le récipient dans lequel j'avois mis l'*air commun*, et je trouvai que l'anguille avoit absorbé 4° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène; il y avoit encore dans l'air commun restant 2° d'acide carbonique et 4° $\frac{1}{2}$ d'azote produits; l'eau ne s'étoit point élevée dans le tube.

L'eau du tube où étoit le *gaz oxygène* s'étoit élevée de 2,45 centimètres cubes, ou d'un pouce $\frac{1}{8}$ sur 178,35 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes qu'il y en avoit eu; après la combustion du phosphore et le lavage des gaz dans l'eau de chaux, j'y trouvai 3° d'acide carbonique et 7° d'azote produits.

§ LXI.

Je mis une petite anguille dans un tube plein d'eau de chaux, de manière que la tête et le col étoient dans l'air, mais avant de la plonger dans ce fluide, je l'essuyai pour enlever le mucus abondant qui recouvre la peau de ce poisson; néanmoins pendant le séjour de l'anguille dans l'eau de chaux il se forma sur elle un nouveau mucus très-abondant; le fond du vase étoit couvert par les flocons qui s'en étoient détachés, et l'eau fut fort troublée durant les trois-quarts d'heure que l'expérience dura.

Je recueillis sur une carte ce précipité, il resta humide et ne se dessécha point: j'y versai de l'acide nitreux, il ne se manifesta pas la plus légère effervescence; de sorte que je n'ai pas eu la moindre preuve qu'il se fût échappé du corps de l'anguille un atome d'acide carbonique.

§ LXII.

J'ensevelis sous la neige une petite anguille qui resta dans cet état pendant 3 heures; elle n'y devint point léthargique; quand je la retirai de dessous la neige je la mis à terre, elle y rampa comme un serpent; je la jetai dans l'eau, elle y nagea sur le champ.

§ LXIII.

Quelque temps après je plaçai un thermomètre dans la bouche de la même anguille, je le fis arriver jusques dans l'estomac; il indiqua 2° au dessus de 0°, tandis que dans l'air extérieur près de l'anguille il étoit à 1°, l'anguille étoit assez mal portante.

§ LXIV.

Je mis un petit morceau de peau d'anguille sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; je mis un autre morceau semblable dans un autre tube contenant la même quantité de gaz oxygène, et je les laissai dans cette clôture pendant 23 heures.

Cette peau absorba dans l'*air commun* 10° de gaz oxygène et donna 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Dans le *gaz oxygène* le morceau de peau en absorba 19° et produisit 6° d'acide carbonique.

Les morceaux de peau pesoient, chacun 775 grammes, ou 5 deniers et 11 grains.

§ LXV.

Je laissai pendant une grande heure une petite CARPE sous la neige; quand je la retirai, elle respiroit

l'air; lorsque je la mis dans l'eau elle nagea; elle ne devint donc pas léthargique.

§ LXVI.

Je voulus savoir quelle seroit la chaleur intérieure d'une carpe. J'en choisis une pesant 2,93 kilogrammes, ou 6 livres, elle étoit hors de l'eau, le thermomètre monta dans son estomac à 6°, tandis qu'à l'air, il étoit à 4°; elle avoit donc 2° de chaleur qui lui étoient propres.

Je fis la même expérience sur une carpe vivante pesant 597,43 grammes, ou 13 onces, le thermomètre y monta à 5°, celui qui étoit à côté d'elle dans l'air étoit à 1°; il y eut donc le même rapport que dans l'expérience précédente.

Je fis ensuite la même expérience dans l'eau, où la carpe resta au fond et où elle respira continuellement pendant un temps assez long; la température y étoit de 4°; le thermomètre monta aussi dans la carpe à 4°. Je mis ensuite le thermomètre sous l'opercule d'une branchie, mais je ne m'aperçus pas que la carpe eût dans l'eau une chaleur qui lui fût propre.

J'avois une carpe à demi-morte, pesant 519,71 grammes, ou 18 onces; elle se tenoit sur le côté dans l'eau sans nager; je plaçai un thermomètre sous l'opercule d'une de ses branchies, elle respiroit néanmoins mais rarement; le thermomètre y monta à 1°; tandis que la température de l'air étoit de $0° \frac{1}{2}$. La carpe avoit donc dans cet état et dans l'air un demi-degré de chaleur qui lui appartenoit.

§ LXVII.

Quelle influence aura sur l'air un morceau de la peau d'une carpe couverte d'écailles, pesant 7,76 grammes, ou 5 deniers et 18 grains? Je plaçai un de ces morceaux sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; j'en mis un autre morceau semblable sous un autre tube; il y avoit la même quantité de gaz oxygène, et je les laissai pendant 23 heures.

J'essayai l'air et je trouvai, qu'il y avoit eu 15° de gaz oxygène absorbé dans l'*air commun* et 6° d'acide carbonique produit, mais dans le *gaz oxygène* il y en avoit eu 17° d'absorbé et 6° d'acide carbonique produit.

§ LXVIII.

J'ai remarqué que la PERCHE meurt beaucoup plus vîte dans l'air que la tanche, mais j'ai vu aussi que les opercules de ses branchies étoient beaucoup plus larges, qu'elle respiroit beaucoup plus d'eau et par conséquent beaucoup plus d'air.

§ LXIX.

J'ai observé la chaleur intérieure d'une perche vivante dans l'air; je l'ai trouvée 1° $\frac{1}{2}$ plus haute que celle de l'air, et en répétant cette expérience le lendemain sur la perche morte, il me parut qu'elle avoit intérieurement la même chaleur que l'air où elle fut placée.

§ LXX.

Les pêcheurs m'ont appris que les LAMPROIES du

Tésin ne se tiennent jamais pendant l'hiver dans le milieu du fleuve, mais toujours sur les bords, où l'eau est basse; que lorsqu'on les pêche dans la fange mêlée avec du sable, elles s'y tiennent tapies. Ils me dirent encore que l'on ne prenoit pas ces poissons avec les filets, parce qu'ils échapperoient au travers des mailles; mais que l'on employoit à cette pêche des espèces de cerceaux que l'on enterroit dans la fange depuis le bord, et que l'on retiroit ensuite avec les lamproies qui s'y trouvoient.

Ces pêcheurs n'ont jamais vu dans l'hiver les lamproies léthargiques comme les grenouilles, mais ils les trouvent toujours pleines de vie et prêtes à nager quand on les met dans l'eau après qu'elles ont été pêchées : ils ont bien observé que ces poissons s'enfonçoient, comme les grenouilles, d'autant plus dans la vase que le froid devenoit plus âpre. Il est pourtant vrai que ces lamproies sont toujours dans la vase qui n'est pas gelée, et qu'elles y restent ou s'y enfoncent quoique l'eau qui les recouvre soit gelée, mais elles ne sont pas léthargiques; au printemps ces poissons quittent la vase et les fonds du fleuve pour reprendre le fil de l'eau.

§ LXXI.

Je mis dans un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, une lamproie et dans un autre tube de la même manière une tanche égale en volume à la lamproie; elles y restèrent 24 heures, quoiqu'elles fussent d'abord toutes deux très-vives; la lamproie seule conserva

la vie pendant l'expérience. La température étoit entre 4° et 5°.

La *lamproie* absorba 10° de gaz oxygène et produisit $2° \frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La *tanche* absorba tout le gaz oxygène.

§ LXXII.

Je refis cette expérience de la même manière en laissant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz oxygène au-dessus de l'eau, où ces poissons étoient libres; ils restèrent dans ces deux appareils pendant 30 heures.

La *lamproie* périt au bout de 18 heures, elle avoit absorbé 3° de gaz oxygène.

La *tanche* qui étoit très-vivante en absorba 15°.

§ LXXIII.

Je mis dans un tube contenant 267,45 centimètres cubes, ou 14 pouces cubes d'air commun, 6 lamproies plongeant dans l'eau, et fermées par l'eau, elles se mirent d'abord à nager en serpentant, et à présenter leur bouche à fleur d'eau, elles s'enfoncèrent ensuite et remontèrent bientôt, elles se reposèrent alors pour respirer. Ces mouvemens répétés fréquemment se ralentirent et les lamproies périrent au bout de 4 heures, sans qu'il y eût aucun changement dans le niveau de l'eau.

J'avois mis 6 autres lamproies dans un tube semblable, contenant le même volume de gaz oxygène que dans celui qui contenoit l'air commun; j'observai les mêmes mouvemens dans ces poissons que ceux qui ont été décrits pour les précédens.

Les lamproies périrent enfin dans le tube où étoit le gaz oxygène au bout de 37 heures, l'eau s'y étoit élevée de 5,4 décimètres, ou 2 pouces.

En faisant l'essai du gaz je vis qu'elles avoient absorbé 15° de gaz oxygène, produit 19° d'acide carbonique ; de sorte qu'il y auroit eu 0,34 de gaz oxygène disparu, et le reste qui ne fut pas détruit par la combustion étoit le gaz azote, au moins ce n'étoit par du gaz hydrogène.

Je tins pendant 24 heures, sous un petit récipient, plein d'air commun 9 lamproies fraîchement mortes, le récipient étoit fermé par l'eau ; j'examinai l'air ; il y eut 10° de gaz oxygène absorbé, et 3° d'acide carbonique produit avec deux degrés d'azote.

§ LXXIV.

Je tins pendant 34 heures la moitié de la tête d'un BROCHET sous un tube contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, elle absorba 14° de gaz oxygène et produisit 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Je tins pendant le même temps et dans la même quantité de gaz hydrogène l'autre moitié de la tête de ce brochet, elle y produisit 4° d'acide carbonique, ou un demi-degré de plus que dans l'air commun.

§ LXXV.

Je coupai en petits morceaux la tête d'un petit brochet, son volume étoit 15,21 centimètres cubes, ou les $\frac{2}{3}$ d'un pouce cube ; je les plaçai au fond d'un tube plein d'eau, au-dessus de laquelle il y avoit

29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun ; je laissai l'expérience se continuer pendant 90 heures, au bout de ce temps-là, cette tête avoit absorbé 19° de gaz oxygène quoiqu'elle fût recouverte par 8,1 décimètres, ou 5 pouces d'eau. Il paroît donc que les poissons morts absorbent le gaz hydrogène au travers de l'eau.

§ LXXVI.

Enfin je plaçai dans un tube fermé par le mercure et contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, les ovaires du dernier brochet, je les y laissai pendant 54 heures.

Je fis alors l'analyse de l'air et je trouvai qu'ils avoient absorbé 17° de gaz oxygène et qu'ils avoient produit 5° d'acide carbonique.

§ LXXVII.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que les tanches absorbent le gaz oxygène dans l'air et dans l'eau, et qu'elles y fournissent le gaz acide carbonique ;

2.° Qu'elles vivent plus long-temps dans l'eau commune que dans les eaux distillées et bouillies, et qu'elles vivent plus long-temps dans l'eau bouillie communiquant avec l'air que dans celle qui est sans communication avec lui ;

3.° Que les tanches en qui l'on suspend la respiration absorbent moins de gaz oxygène que les intactes, et que l'air qu'elles respirent doit passer par les branchies ;

4.° Les tanches perdent par le froid une partie de leur vivacité, mais elles ne deviennent pas léthargiques.

5.° Les écailles des poissons absorbent le gaz oxygène;

6.° La vessie natatoire des poissons ne contient point de gaz hydrogène;

7.° La peau des anguilles et celles des carpes avec leurs écailles absorbent le gaz oxygène comme la tête et les ovaires des brochets;

8.° Les carpes, les lamproies et les perches vivantes ont une chaleur propre dans l'air un peu supérieure à sa température, mais elle est égale à celle de l'eau quand ces poissons y sont placés;

9.° Les tanches mortes absorbent le gaz oxygène, celles qui sont fraîchement mortes en absorbent moins que les vivantes, et celles qui pourrissent en absorbent plus que les saines.

MÉMOIRE VII.

Sur les Serpens.

§ I.

En nous occupant des vers, des insectes et des poissons, relativement au grand phénomène de la respiration, nous nous sommes élevés graduellement des animaux qui pouvoient paroître les moins organisés, ou plutôt de ces animaux dont l'organisation semble avoir le moins d'analogie avec celle des animaux qui nous touchent de plus près, ou qui fixent davantage nos regards par leur masse et les services que nous en retirons, vers ceux qui s'en rapprochent davantage : cependant au milieu de ces grandes différences d'organisation nous avons toujours remarqué entr'eux la plus parfaite ressemblance par la propriété qu'ils ont tous également d'absorber, vivans et morts, le gaz oxygène et de dépendre absolument de cette absorption pour prolonger leur existence. Il seroit à présent difficile de savoir si en s'élevant plus haut dans la série des différentes classes des animaux, en passant de la classe des poissons à celle des serpens, nous pourrions trouver la même ressemblance. Il sembleroit pourtant que le degré d'intelligence des animaux seroit un titre plus sûr de l'annoblissement de ces êtres que la différence des organes, qui remplissent parfaitement chacun dans ces différens êtres tout l'effet de leur destination et qui font de l'animal où on les

trouve l'être organisé le plus parfait qui pouvoit l'être avec cette espèce d'organisation particulière. Mais comme on a bien vu les différences qui distinguent les serpens des poissons, on a cru remarquer aussi entr'eux des ressemblances qui semblent les leur associer; par conséquent, pour mettre de l'ordre dans les nomenclatures, on a supposé que la nature avoit adopté cette échelle ingénieuse, dont on a voulu trouver les fondemens dans les formes extérieures des animaux et attribuer à l'ordonnateur des mondes les vues de notre imagination; aussi pour suivre l'ordre des naturalistes, il peut être convenable de s'occuper ici des serpens.

§ II.

La facilité que l'on a de trouver la *couleuvre à collier* de M.r De La Cépéde m'a déterminé à choisir celle-ci entre les autres serpens pour les sujets de mes expériences; j'en ai fait de même sur la couleuvre *commune* ou la *verte et la jaune* du même naturaliste, en leur joignant quelques observations sur la *vipère* qu'il n'est pas si aisé de se procurer, et qu'il n'est pas si sûr de manier; cependant comme ces animaux se ressemblent beaucoup entr'eux par leurs organes intérieurs, on pourra sans craindre de grandes erreurs étendre les conclusions que ces espèces pourront fournir à toute leur famille.

CHAPITRE I.er

De la Couleuvre à Collier, Coluber natrix *L.*

§ III.

Voici quelques faits relatifs à l'histoire de la *couleuvre à collier, coluber natrix* de Linné.

Je fus curieux de suivre les allures de cette couleuvre; j'en attachai une par le bout de la queue à une longue ficelle, et je la laissai se promener dans une chambre; elle y cheminoit en serpentant, la tête haute, s'éloignant de la muraille quand elle la rencontroit, et s'en détournant alors à droite ou à gauche. Quand je m'éloignois d'elle, elle se ployoit en rouleau avec la tête placée sous son corps; quand je m'en approchois, elle commençoit à siffler, à lancer la langue; dans ce moment, ou elle cachoit la tête, ou la sortoit hardiment, ou s'approchoit de quelque corps, elle fixoit les yeux sur lui, agitoit alors la tête et la langue et dans un instant se lancoit sur cet objet pour le frapper et se retirer un instant après.

Ce serpent ne sauroit faire aucun mal, il n'a que de petites dents très-courtes et très-fines, il n'a point de dents canines.

Sur le plan où j'avois mis cette couleuvre, il y avoit un petit trou assez profond, elle y fit entrer plusieurs fois la tête, et elle y auroit pénétré si je ne l'avois pas tirée dehors.

J'ai remarqué que lorsque j'entrois dans la chambre non-seulement elle siffloit, elle brandissoit

la tête et la langue, mais elle se lancoit encore immédiatement contre moi avec la tête, en allongeant le col de 1,35 centimètres, ou d'un demi-pied, sans mouvoir le corps; elle ramenoit ensuite la tête et répétoit ces élans 3 ou 4 fois. Ensuite quand cette couleuvre s'irritoit contre moi, elle me poursuivoit en lançant à diverses reprises la tête vers moi et siffloit, quoique je fusse à quelques pieds d'elle. Dautres fois elle se retiroit, mais elle avoit toujours les yeux et la tête fixés sur moi.

Il me vint dans l'esprit de couvrir les yeux de cette couleuvre avec de la glu; je la vis alors se heurter toujours contre les murs et les obstacles qu'elle rencontroit, mais pour l'ordinaire elle resta immobile.

Je lui avois auparavant bouché les narines avec cette glu, mais cela ne changea point ses habitudes.

On m'apporta au mois de février 2 de ces couleuvres, elles avoient été trouvées sous terre, où elles étoient logées à la profondeur de 10,5 décimètres, ou de 3 pieds et $\frac{1}{4}$, elles n'y étoient point réunies, mais elles s'étoient placées à la distance de 4,53 mètres, ou de 12 à 14 pieds, l'une de l'autre, le terrain sous lequel elles habitoient étoit couvert de 3,25 décimètres ou d'un pied de neige, elles n'y étoient point dans un état de léthargie; je montrerai qu'elles n'y tombent que à 3° au dessous de zéro; il est pourtant vrai qu'elles étoient sans mouvement, mais en les irritant elles tiroient un peu la langue, élevoient la tête et le cou, les tournoient à droite et à gauche.

On ne trouva pas ces couleuvres par hazard dans leurs retraites, mais on soupçonna qu'on pourroit les

y rencontrer parce qu'elles y étoient voisines de ces fossés où l'on en voit beaucoup pendant l'été ; elles les habitent alors par préférence, parce qu'elles y rencontrent une abondance de grenouilles qui servent à les nourrir.

Voici un fait assez curieux qui montre comment les couleuvres se garantissent de l'action du froid pendant les nuits du printemps ; au mois de mars on brûla des roseaux, et à mesure que la chaleur se communiquoit au terrain, on en vit sortir des couleuvres tirées de leur torpeur par l'action du feu qu'elles ressentirent : ce qui confirme les faits précédens sur la manière dont elles passent l'hiver.

§ IV.

La couleuvre à collier mange certainement les grenouilles renfermées avec elles. J'ai vu cependant 2 grenouilles renfermées avec plusieurs couleuvres rester dans leur compagnie pendant quelque temps sans y souffrir la moindre insulte ; peut-être ces couleuvres étoient-elles moins affamées que celles qui dévorent les grenouilles ; peut-être se trouvoient-elles plus gênées dans leur clôture ; peut-être se craignoient-elles réciproquement et n'osoient-elles pas tomber sur leur proie : quoiqu'il en soit elles ne firent aucun mal aux grenouilles et restèrent avec elles comme ces chats renfermés avec des souris, qui ne pensent pas à les molester, comme Buffon le raconte. J'ai vu la même chose dans ce cas pour les salamandres.

J'avois une couleuvre à collier, c'étoit une femelle, je lui trouvai 13 œufs, ils étoient extérieurement

blancs et ovoides, un peu longs, arrondis à leurs extrémités. J'ouvris la membrane qui les forme, il en sortit une liqueur un peu visqueuse, épaisse et blanche.

Ces œufs réunis forment une espèce de couronne; il y en avoit qui étoient liés deux à deux; ils n'avoient pas tous la même grosseur et la même longueur, la plupart avoient 1,8 centimètre, ou 8 lignes de longueur, et 6,77 millimètres, ou 3 lignes de largeur, dans la place où ils étoient les plus gros.

Ils étoient situés dans la longueur de l'abdomen, où l'on trouve une grande abondance de graisse, qui m'a paru diminuer quand je gardois long-temps les couleuvres. On peut croire que cette graisse entre dans leurs veines et qu'elle sert à les nourrir et à conserver leur vie, comme on l'a remarqué dans les autres serpens et dans d'autres animaux; de sorte que l'on peut comprendre comment ces animaux vivent long-temps sans manger.

J'ouvris une autre couleuvre femelle, elle avoit 10 œufs dans l'*oviductus*; ils y étoient rangés dans la longueur de ce canal; leur apparence étoit la même que celle que j'ai décrite; mais ceux-ci avoient un volume plus grand; leur longueur la plus grande étoit de 2,7 centimètres, ou d'un pouce, et leur grosseur de 1 centimètre, ou de 8 lignes. Ils étoient ovoides et moins obtus d'un côté que de l'autre; leur couleur est jaune pâle. La partie supérieure de ces œufs est couverte d'une multitude de petits vaisseaux sanguins qui forment des ramifications infiniment fines et nombreuses. Si l'on forçoit

ces couleuvres femelles à rester couchées sur le dos et immobiles, on pourroit voir avec une forte loupe couler le sang veineux et artériel sur ces œufs : on ne distingueroit pas les veines des artères, mais on verroit dans tous les deux des globules rouges.

§ V.

La circulation du sang sur ces œufs est manifeste à cause du fond jaunâtre sur lequel elle s'opère.

Je rompis un de ces œufs, il en sortit avec beaucoup de lenteur un fluide visqueux semblable à une colle à demi-fluide, la couleur de ce fluide étoit légèrement jaunâtre ou blanchâtre, colorant la membrane qui sert d'enveloppe au fluide. Toute cette enveloppe est pleine de ce fluide, je ne pus pas y apercevoir l'apparence d'un embryon.

Cette membrane est fine, transparente, mais assez forte.

Outre ces œufs, qui approchoient de leur état de maturité, je vis un autre ordre d'œufs incomparablement plus petits, placés aussi dans la longueur de *l'oviductus* ; ils étoient au nombre de 11, et l'on peut croire qu'ils sont destinés à se mûrir pour l'année suivante ; ils sont blancs et semblables aux grands ; ils étoient longs de 4,51 millimètres, ou de 2 lignes, et larges de 1,24 millimètre, ou de $\frac{5}{4}$ de lignes. Quand on les rompt, il s'en échappe une liqueur blanche un peu dense et gluante. On observe la même chose dans les crapauds et les salamandres ; ceux-ci après avoir pondu leurs œufs en laissent de même apercevoir encore de plus petits pour l'année suivante.

§ VI.

Quand les couleuvres sortent au printemps de leurs trous, elles cherchent le soleil, où elles se placent en formant un cercle avec leur corps, mais elles rentrent le soir dans leurs retraites. Lorsque la saison est devenue plus chaude, elles se répandent dans la campagne, se cachent sous l'herbe pendant la nuit et abandonnent le trou qu'elles habitoient pendant l'hiver.

§ VII.

Dans les couleuvres à collier et les communes, la langue est noire, bifurquée à l'extrémité, fine et renfermée dans une espèce de gaine. Lorsque la couleuvre est vivante, elle lance avec force ce filet de langue.

§ VIII.

Les yeux des couleuvres ne brillent point dans les ténèbres, même lorsqu'on les irrite, le regard de la couleuvre à collier paroît plus ferme que celui de la couleuvre commune.

§ IX.

En étudiant les couleuvres et en considérant les caractères que Linné et M. de La Cépède leur assignent, j'ai cru remarquer quelque chose qui étoit échappé à ces grands naturalistes, pour en faire une description exacte.

Linné, dans ses *Amœnitates academicœ*, T. I, p. 116, décrit ainsi la couleuvre dont je parle: *innoxius plane hicce habetur anguis per sueciam frequens, præsertim in Scaniâ campestri, ubi non tantum in*

stabulis boum domesticus est, sed et interdum in fumosis hypocaustis incolarum quotidianus. Ova communiter in fimetis deponi.

M.r de La Cépéde, dans son *Histoire des serpens*, p. 147, dit que cette espèce ne refuse pas de jouer avec les enfans. On la nourrit dans les maisons, où elle s'accoutume si bien à ceux qui la soignent, qu'au moindre signe elle s'entortille autour de leurs doigts, de leurs bras, de leurs cols et les presse mollement comme pour leur témoigner une sorte de tendresse et de reconnoissance. Elle s'approche avec douceur de la bouche de ceux qui la caressent; elle suce leur salive et aime à se cacher sous leurs vêtemens, comme pour s'approcher davantage de ceux qui la chérissent. Elle rampe sur terre avec une grande vîtesse, elle nage aussi, mais avec plus de difficulté qu'on ne l'a cru. M.r de La Cépéde joint ici une note de M.r Des Fontaines, l'épithète de nageur ou *natrix* donnée à la couleuvre à collier ne lui appartient pas plus qu'aux autres animaux de son ordre; elle nage effectivement, mais dans les occasions forcées et par une lutte pénible qui l'épuise bientôt. M. de La Cépéde reprend ensuite sa description, l'odeur de cette couleuvre est quelquefois sensible, surtout pour les chiens et les autres animaux dont l'odorat est très-fin.

J'ai bien remarqué que les couleuvres de la Lombardie ont une odeur désagréable, celle d'un musc assez pénétrant qui blesse l'odorat.

Voici la description de cette couleuvre faite par M.r de La Cépéde, elle parvient quelquefois à la longueur de 1,29 mètre, ou de 3 ou 4 pieds. La tête est

un peu aplatie. Le sommet est recouvert par 9 grandes écailles disposées sur 4 rangs.... la gueule est très-ouverte : les deux mâchoires présentent au lieu de crochets mobiles un double rang de dents crochues, mais immobiles, assez petites et tournées vers le gosier; on voit sur le col deux taches d'un jaune pâle ou blanchâtre, qui forment comme un demi-collier, d'où est venu le nom que nous conservons à ce serpent; le dos est recouvert d'écailles ovales.... Tout le dessus du corps est d'un gris plus ou moins foncé, marqueté de chaque côté de taches noires, qui aboutissent aux plaques du ventre. Le dessous du ventre est varié de noir, de blanc, de bleuâtre.

Je vois dans mes couleuvres italiennes qu'elles ont des taches noires et blanches sous le ventre; mais elles n'ont rien de bleuâtre; je vois encore que ces taches d'une forme irrégulière se trouvent toujours en dedans des écailles et ne coupent jamais les anneaux terminés aux écailles.

M.r de La Cépéde ajoute qu'il y a communément 170 plaques sous le ventre. Linné dit *scuta abdominalia 77 Color totius animalis ater est.*

J'ai bien vu que la bouche de la couleuvre à collier se termine par un ovale moins pointu que celle de la couleuvre commune. La partie supérieure de la tête est moins plate, les yeux sont environnés par de petites écailles couleur de bronze, ils sont saillans comme dans les autres serpens; l'iris est très-fin et blanchâtre. Le contour des mâchoires est garni de 15 écailles blanches dans la mandibule supérieure et de 20 dans la mandibule inférieure; ces écailles ne

sont point particulières à la couleuvre à collier, mais je les ai trouvées dans toutes les couleuvres que j'ai observées.

Dans la couleuvre à collier, comme dans la commune, les dents sont très-petites et aigues, et les pointes sont tournées vers le gosier; il y en a quatre rangs, deux intérieurs et deux extérieurs dans la mandibule supérieure; il m'a paru qu'il y en avoit autant dans la mandibule inférieure; il me suffit de remarquer que ces dents sont très-petites, et que, toutes choses étant d'ailleurs égales, elles sont plus courtes dans la couleuvre à collier que dans la commune, au moins celles de la couleuvre à collier ne sauroient mordre jusqu'à tirer du sang, tandis que celles de la couleuvre commune, de la même grosseur que la couleuvre à collier, peuvent percer la peau.

Il y a neuf grandes écailles qui se trouvent sur la partie supérieure de la tête.

Le gosier de la couleuvre à collier et de la commune est très-ouvert.

§ X.

Je ne parlerai plus que de la couleuvre à collier, et je ne me servirai que du mot générique pour abréger.

Je mis une couleuvre dans 237,80 centimètres cubes, ou 12 pouces cubes d'air commun fermé par le mercure sous un récipient; je la laissai 21 heures dans cette clôture, la température étoit de 5° $\frac{1}{2}$. La couleuvre prise avant l'hiver avoit été gardée chez

moi jusqu'au commencement du printemps; elle se mouvoit pourtant, s'étendoit, mais avec une grande lenteur : elle ne lançoit point la langue hors de la bouche quand on l'irritoit, elle agitoit lentement la tête. Tel étoit son état lorsque je la mis en expérience.

Le lendemain elle me parut morte lorsque je la retirai du récipient où je l'avois placée, mais elle donna bientôt après des signes de vie.

J'examinai l'air où cette couleuvre avoit vécu, je trouvai qu'elle avoit absorbé $8^{0}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et qu'elle avoit produit $2^{0}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique, et 8^{0} d'azote.

Il paroît donc que les couleuvres fort affoiblies, presque mourantes, après un jeûne de quelques mois, et à une température assez basse, n'absorbent pas beaucoup de gaz oxygène, produisent peu d'acide carbonique et beaucoup d'azote.

§ XI.

Je refis cette expérience en été de la même manière, la clôture ne fut prolongée que pendant 3 heures $\frac{1}{2}$; cependant la couleuvre donnoit déjà des signes de malaise, elle tenoit la bouche ouverte, malgré cela elle étoit vivante.

J'essayai l'air, je trouvai que la couleuvre avoit absorbé $3^{0}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 9^{0} d'acide carbonique.

On voit ici déjà comment la température de l'air, la santé et une nourriture abondante ont influé sur la respiration de ces animaux, et par conséquent sur l'action qu'elles exercent alors sur l'air.

§ XII.

J'avois bien prouvé que les couleuvres absorbent le gaz oxygène, mais je n'étois pas satisfait de cette preuve, je voulus la confirmer en la variant. Je renfermai une couleuvre sous un récipient contenant 237,80 centimètres cubes, ou 12 pouces cubes d'air commun, j'en renfermai une autre de la même manière sous un autre récipient contenant la même quantité de gaz oxygène, et je les laissai dans cette clôture pendant 24 heures.

Au bout de ce temps les deux couleuvres me parurent mortes, l'absorption que j'observai dans le récipient où etoit le *gaz oxygène* me parut être d'un tiers, et celle du récipient où étoit *l'air commun* d'un sixième.

Je retirai ces couleuvres de leurs récipiens; celle qui étoit dans *l'air commun* étoit véritablement morte, celle qui étoit dans le *gaz oxygène* en avoit l'apparence, mais elle ne l'étoit pas; elle reprit la vie à l'air libre au bout d'un demi-quart d'heure; de sorte qu'elle auroit encore pu absorber du gaz oxygène.

Je remarquai, comme je l'ai vu presque toujours, que ces couleuvres mourant dans l'air clos ont la bouche fort ouverte et les dents implantées dans la peau de leur corps.

Je fis l'essai de l'air où ces couleuvres avoient vécu; le phosphore ne brûla point dans *l'air commun* où la couleuvre étoit morte, et dans le *gaz oxygène* où la couleuvre en avoit absorbé les 0,18, ou 18°.

§ XIII.

Je répétai cette expérience de la même manière avec le gaz oxygène; mais je la prolongeai pendant trois jours. J'examinai l'air que la couleuvre qui y étoit morte avoit laissé; je trouvai 0,65 de gaz oxygène absorbé et 0,05 d'acide carbonique produit. Le gaz qui restoit n'étoit ni oxygène ni hydrogène, ce qui me fit conclure qu'il étoit azote, au moins l'eau de chaux ne le diminuoit pas et il ne se combinoit pas avec le gaz nitreux.

§ XIV.

Les couleuvres ont donc besoin du gaz oxygène pour respirer; que leur arrivera-t-il si on les submerge dans l'eau? cette expérience devoit être une confirmation des précédentes, puisque l'eau supprime le contact de l'air.

Je mis une couleuvre sous un récipient plein d'eau, renversé sur son ouverture dans un vase plein d'eau; je la vis d'abord gagner le fond, et s'y cacher en pliant son corps en rouleau, comme on peut les observer dans le fond des fossés, lorsqu'elles aperçoivent dans leur voisinage quelqu'objet qui les surprend; elles agissent alors comme les grenouilles dans ces circonstances, parce que ces deux espèces d'animaux sont amphibies.

Je pensai bien que cette couleuvre ne resteroit pas toujours sous l'eau, de sorte que je l'attachai afin qu'elle y restât; mais au bout de cinq heures elle fut sur le point de mourir, et au bout de 7 heures elle fut complétement morte.

Les grenouilles résistent plus long-temps à cette submersion que les couleuvres, quoiqu'on les trouve toutes deux communément dans l'eau.

J'ouvris cette couleuvre, mais je ne trouvai point d'eau dans le poumon et la trachée artère; de sorte que l'on est forcé de conclure, que cette couleuvre périt parce qu'elle ne put pas respirer.

§ XV.

Pour fortifier cette conclusion, il falloit voir ce qui arriveroit à une couleuvre en lui tenant le corps plongé dans l'eau à la réserve de la tête qui seroit dans l'air.

Je pouvois aisément faire cette expérience en liant la couleuvre de manière qu'elle eût la tête hors de l'eau; mais je pensai que l'expérience seroit mieux faite si je la plaçais dans un vase plein d'eau recouvert par un autre, de façon qu'il y eût au-dessus de l'eau une lame d'air qui auroit environ 9,02 millimètres, ou 4 lignes, et un trou au fond du vase recouvrant, qui entretiendroit sur la surface du vase recouvert un courant d'air propre à renouveller toujours celui que j'aurois laissé; par ce moyen la couleuvre dans l'eau étoit à son aise et ne souffroit aucune gêne.

Tout étant ainsi disposé, la couleuvre plongée dans l'eau portoit sa tête dans cette lame d'air et ne souffroit point de sa clôture, parce que le gaz oxygène qu'elle absorboit étoit remplacé par le courant d'air qui s'étoit formé, ainsi au bout de 12 heures et demie la couleuvre étoit pleine de vie.

Il paroît donc que les couleuvres plongées sous

l'eau et retenues au fond ne périssent pas parce que leur corps est couvert d'eau, mais seulement parce qu'elles ne peuvent plus communiquer par la bouche avec l'air dont l'eau leur intercepte le contact.

§ XVI.

Je fis ensuite cette expérience de la même manière ; mais le vase recouvrant celui qui renfermoit l'eau, et la couleuvre étoit sans trou, et il étoit fermé par le bas avec l'eau ; de sorte que la couleuvre avoit comme dans le cas précédent le corps dans l'eau et la tête dans la lame d'air que j'avois laissée.

Au bout de 24 heures la couleuvre périt après avoir absorbé tout le gaz oxygène de l'air que je lui avois laissé ; il y eut aussi du gaz acide carbonique produit ; j'en trouvai dans l'air et dans l'eau, et j'eus lieu de croire que le corps de la couleuvre en avoit aussi fourni.

§ XVII.

Les couleuvres périssent donc sous l'eau quand elles ne peuvent y venir respirer l'air à la surface, mais il me parut que l'on pouvoit encore mieux établir ce fait capital.

J'imaginai donc de lier la trachée artère d'une couleuvre, de manière que l'air ne pût plus y entrer et de tenir une autre couleuvre intacte plongée sous l'eau ; le temps de leur mort devoit alors faire connoître la cause qui l'auroit produite. C'est ce que je fis.

Je laissai la couleuvre à qui j'avois lié la trachée artère dans ma chambre, elle y rampa d'abord avec beaucoup de vîtesse, mais elle ralentit bientôt son

mouvement, ensuite elle ouvrit la bouche et l'ouvrit toujours davantage ; elle s'arrêtoit, recommençoit à ramper avec plus de lenteur, ouvroit la bouche de temps en temps, enfin elle me parut morte ; quand je la mettois sur le dos elle y restoit, cependant elle me sembla avoir encore quelques restes de vie, et ce ne fut qu'au bout d'une heure et demie qu'elle fut vraiment morte.

Je coupai alors la ligature de la trachée artère de cette couleuvre, je recueillis l'air qui sortit du poumon, j'en trouvai $\frac{1}{50}$ de pouce, et dans cet air je n'observai ni gaz oxygène ni acide carbonique.

Il est donc bien sûr que la seule privation de l'air fit périr cette couleuvre, et que l'acide carbonique qui se produisit dans les vases clos n'en fut pas la cause comme on auroit pu le soupçonner.

La couleuvre que j'avois tenue plongée dans l'eau périt à peu près dans le même temps que la précédente ; avant sa mort elle laissa échapper quelques bulles d'air, et après sa mort elle avoit comme la précédente la bouche ouverte et la langue hors de la bouche.

Il est donc bien prouvé que cette couleuvre ne vécut pas plus long-temps sous l'eau que celle qui avoit eu la trachée artère liée et qui étoit restée à sec ; par conséquent quoique cet animal soit accoutumé à vivre dans l'eau il y périroit s'il ne pouvoit pas venir respirer l'air à la surface.

Je voulus enfin essayer l'air des poumons de cette couleuvre, mais je n'en pus point avoir ; cela devoit être puisque l'air en étoit sorti comme je l'ai remarqué

un peu avant sa mort, par conséquent ce n'est pas ce gaz, ou si l'on veut l'acide carbonique qui l'auroit tuée, puisque la couleuvre l'avoit expectoré avant de mourir.

§ XVIII.

Ce que je venois de voir me fit rechercher si les couleuvres quand elles sont sous l'eau renferment beaucoup d'air dans leurs poumons.

Je laissai deux couleuvres sous l'eau pendant 15 minutes, je les forçai ensuite en les comprimant sous l'eau avec les mains à rendre l'air qu'elles contenoient, mais la quantité que j'en obtins de cette manière n'étoit presque pas appréciable.

Je m'aperçus ensuite que cette simple compression n'est pas toujours suffisante pour faire sortir l'air des poumons; ce qui m'obligea d'entreprendre quelques expériences pour remplir mes vues, s'il étoit possible de les réaliser.

J'avois cru d'abord que les couleuvres n'avoient presque point d'air dans le poumon; je voulus le remplir d'air avec un petit tube introduit dans la trachée artère, mais je remarquai que la couleuvre chassa bientôt la plus grande partie de l'air que j'y avois fait passer, et je la vis tranquillement plongée sous l'eau; alors je la retirai de l'eau, et je la laissai une demi-heure à l'air libre, afin que sa respiration reprît son cours naturel; je la forçai ensuite à rester un quart-d'heure plongée sous l'eau, d'où je la retirai de nouveau, je lui coupai la tête, et je vis alors que la compression de son corps pouvoit fournir une quantité notable d'air.

Il paroît donc que les couleuvres saines ne peuvent rendre qu'une quantité inappréciable d'air, parce qu'il trouve peut-être quelque obstacle à sa sortie; et cet obstacle doit être écarté, quand on leur coupe la tête. Il seroit possible aussi que les efforts des couleuvres pour s'échapper, quand on les prend pour les mettre en expérience, fissent sortir de leurs poumons l'air qui doit y être entré.

J'essayai l'air que j'avois obtenu, et je trouvai qu'il s'étoit perdu 4° de gaz oxygène dans le poumon de la couleuvre, et qu'il s'y étoit formé 4° d'acide carbonique.

§ XIX.

Ce moyen ne réussit pas toujours; il m'est arrivé qu'après avoir coupé la tête à une couleuvre et avoir ouvert ainsi une large porte à la sortie de l'air hors du poumon, il ne s'en échappa point du tout, ou seulement très-peu pendant que je le comprimois.

J'avois tenu plongées sous l'eau deux couleuvres dans un vase plein d'eau et renversé dans l'eau sur son ouverture; elles y restèrent pendant deux heures; je leur coupai la tête sous l'eau, je comprimai leur corps avec les mains, et je n'en obtins qu'une quantité si petite, que je ne pus pas en faire l'essai. Cependant je ne trouvai pas une bulle d'air dans ce vase plein où ces couleuvres étoient mortes; de sorte qu'il est impossible de dire qu'il en fût sorti, et par conséquent on devroit en conclure que leur poumon en contient une petite quantité.

§ XX.

Je persévérai dans le désir de connoître la capacité

du poumon des couleuvres d'une grandeur moyenne; j'en pris une qui avoit 6,51 décimètres, ou 2 pieds et un pouce de longueur, elle étoit morte, je comprimai son corps sous l'eau, j'en retirai une petite quantité d'air, mais elle me représentoit mal celle qui devoit y être contenue.

Pour obtenir cette connoissance, je pris le parti de remplir ce poumon d'air par le moyen d'un petit tube que je fis entrer dans la trachée artère, alors je soufflai ainsi de l'air dans le poumon, je le remplis sans le gonfler trop, mais autant que les couleuvres m'avoient paru le remplir par une pleine inspiration. Ensuite je fis sortir cet air sous l'eau par la trachée artère et par son extrémité inférieure que je perçai. Ce fut par ce moyen que je parvins à découvrir que ce poumon pouvoit contenir 9,90 centimètres cubes, ou un demi-pouce cube d'air.

Il est aisé de voir à présent combien il est important dans quelques-unes de ces expériences d'exprimer sous l'eau ou sous le mercure l'air contenu dans le poumon de quelques-uns de ces animaux pour éviter d'attribuer l'usage qu'ils en peuvent faire, lorsqu'ils en sont privés tout-à-fait, à quelque propriété particulière qui leur en feroit supporter la privation.

§ XXI.

J'avois fait mourir une couleuvre dans un vase plein d'eau et renversé dans l'eau sur son ouverture; je trouvai à la sommité du vase 6,60 centimètres cubes, ou $\frac{1}{3}$ de pouce cube d'air, mais je ne pus pas en tirer de la couleuvre en la comprimant.

L'idée me vint de chercher si l'air se gâteroit dans le poumon de cette couleuvre ; je le remplis avec l'air du mien que j'introduisis par le moyen d'un tube. Certainement le moyen n'étoit pas heureux, parce que l'air introduit dans ce poumon n'étoit pas pur, mais il pouvoit satisfaire ma curiosité, jusques à ce que j'eusse ajusté un appareil plus commode et plus exact, comme je le fis ensuite en adaptant une vessie au tube que j'insérai dans la trachée artère de la couleuvre; alors comprimant la vessie je remplis le poumon de cet animal avec de l'air commun dans toute sa pureté.

La couleuvre dans le poumon de laquelle je soufflai de l'air avoit 1,06 mètre, ou 3 pieds 7 pouces de longueur, et son diamètre le plus grand étoit d'un pouce.

Quand l'air que j'introduisis dans le poumon de cette couleuvre y eut séjourné onze heures, j'en fis l'essai, et je trouvai qu'il y avoit 10° de gaz oxygène absorbé et 10° d'acide carbonique produit ; mais comme je pouvois craindre que cette altération eût été opérée dans mon poumon, je fis une grande respiration, dont je recueillis l'air et dont je fis l'essai, mais je trouvai qu'il ne manquoit à cet air que $2° \frac{1}{2}$ de gaz oxygène et par conséquent que le poumon de la couleuvre en avoit fait disparoître $7° \frac{1}{2}$ et l'avoit ainsi fort altéré.

§ XXII.

J'employai d'abord le second moyen que j'ai indiqué sur le poumon d'une autre couleuvre pour le remplir d'air commun, et je le laisai séjourner

pendant 21 heures, de sorte que je pus juger encore plus exactement l'action de ce poumon sur l'air que j'y avois introduit; il y en avoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes.

Après l'avoir essayé, je trouvai que le poumon de la couleuvre avoit absorbé 19° de gaz oxygène, qu'il avoit produit 12° d'acide carbonique et 7° d'azote, qui éteignirent une petite bougie allumée que j'en approchai.

Il y a une grande différence entre l'expérience précédente et celle-ci; le poumon de la couleuvre étoit resté parfaitement sain dans la première, et il commençoit à sentir mauvais dans la seconde.

Quoiqu'il en soit, cette expérience prouve pourtant toujours, que l'action des poumons, vivans et morts, sur l'air est à peu près la même.

§ XXIII.

Après ce que je venois d'apprendre, je voulus répéter l'expérience que j'avois faite et que j'ai racontée au § XIV: je remis sous l'eau une couleuvre dans un vase plein d'eau et renversé dans l'eau sur son ouverture, elle y périt, mais je ne trouvai plus d'air dans le poumon: il est vrai qu'avant de périr elle en avoit rendu environ $\frac{1}{10}$ de pouce. J'examinai cet air et il me parut le gaz azote pur.

Il semble donc que cette couleuvre ne périt que parce que le gaz oxygène lui manquoit.

En répétant cette expérience de la même manière, la couleuvre s'agita beaucoup sous l'eau et laissa échapper de la bouche quelques bulles d'air, qu'elle

vint reprendre au sommet du vase, où je la vis le rejetter et le reprendre encore quelquefois.

Je dois observer que dans toutes mes expériences sur les serpens submergés, je n'ai jamais trouvé d'air dans leur poumon. De sorte que la mort de ces couleuvres a été uniquement occasionnée, parce que l'air n'a pas pu entrer dans la trachée artère de ces animaux, à cause de l'obstacle que l'eau y mettoit quand je les tenois submergés dans des vases ouverts; aussi, dans ce cas et dans une foule d'autres, je n'ai point trouvé d'air dans le poumon de ces couleuvres qui périssoient, parce que l'air renfermé dans le poumon n'a pu y être renouvelé, alors il s'est altéré en perdant son gaz oxygène; et voilà pourquoi le poumon est alors presque vide d'air, et que celui qui y reste est pur azote.

§ XXIV.

En faisant ces expériences sur le poumon des couleuvres que je viens de raconter, j'imaginai d'introduire de l'air commun dans le tube intestinal de ce reptile; après son introduction je liai fortement les deux bouts du tube, et je le laissai dans cet état pendant 22 heures.

J'essayai alors cet air, et je vis qu'il y avoit eu 17° de gaz oxygène absorbé, 4° d'acide carbonique produit, et 13° d'azote.

Je répétai cette expérience en renfermant de la même manière du gaz oxygène dans le tube intestinal d'une autre couleuvre fraîchement tuée, il y resta 22 heures.

Je ne peux pas dire précisément quelle fut la quantité de gaz oxygène détruite parce que je craignis de briser mon eudiomètre par la chaleur, mais j'ai lieu de croire qu'il y en eut 30 ou 35°, et même davantage, mais il en y eut sûrement 8° d'acide carbonique produit.

§ XXV.

Les expériences que j'ai racontées et celles que je raconterai me forcent à rapporter ici les expériences que je fis sur les couleuvres avec le gaz hydrogène.

Je mis une couleuvre au mois de février sous un récipient fermé par l'eau, qui contenoit 178,35 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes de gaz hydrogène; elle y resta 24 heures, je l'en retirai vivante et elle y avoit produit 8° d'acide carbonique.

§ XXVI.

Le 25 du mois de mars je mis une couleuvre dans le gaz hydrogène, j'en plaçai une semblable à tous égards sous l'eau; elles moururent toutes deux au bout de 3 heures.

Dans les deux cas elles cherchèrent à fuir au bout de 12 minutes et à montrer du malaise, ce qui n'arrive pas aussi vîte ni d'une manière aussi marquée quand on les met sous des vases pleins d'air commun et clos par l'eau ou le mercure.

Je dois observer ici qu'avant de mettre ces couleuvres en expérience, j'avois eu soin de les comprimer sous l'eau pour en faire sortir l'air intérieur; eh bien quand je les retirai, je les comprimai encore; la couleuvre qui avoit été sous l'eau n'en rendit point;

celle qui avoit été dans le gaz hydrogène en fournit une assez grande quantité, et je m'assurai que cet air étoit le gaz hydrogène lui-même : il s'enflamma lorsque j'en approchai une petite bougie allumée.

§ XXVII.

Enfin je mis dans 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène, une couleuvre, de manière qu'elle eût la tête et le col seulement dans ce gaz, elle y périt au bout de 4 heures.

Je laissai ensuite cette couleuvre de la même manière dans le même gaz hydrogène, pendant 20 heures, et je trouvai qu'elle y avoit produit 8° d'acide carbonique.

§ XXVIII.

Toutes ces expériences me conduisirent à chercher l'influence directe de la trachée artère et du poumon des couleuvres sur l'air, et je ne pouvois y parvenir que par deux moyens, ou en supprimant totalement les organes respirateurs de ces reptiles, ou en trouvant des obstacles qui supendissent leur action; j'avois ainsi l'occasion de fixer précisément leurs rôles, s'ils en avoient de particuliers, ou du moins de trouver ceux qu'ils jouent en commun dans la respiration.

§ XXIX.

Je cherchai d'abord à étudier la trachée artère et les poumons d'une couleuvre assez grande. Je trouvai que la trachée artère s'ouvre dans la bouche, au milieu du plan de la mandibule inférieure, par un trou fort large dont les bords sont saillans; elle est

longue de 1,08 décimètre, ou de 4 pouces, et même davantage ; elle se cache sous le cœur, où elle finit en s'implantant dans le poumon. Comme la couleuvre n'a qu'un poumon, la trachée artère ne se divise pas en 2 rameaux, mais elle entre toute entière dans le poumon qui est très-long et membraneux ; elle forme à son entrée, en se dilatant, un petit sac rouge dont les parois sont assez épaisses et charnues, mais flasques et composées intérieurement de petites cellules pentagones.

§ XXX.

La trachée artère est formée par un très-grand nombre d'anneaux cartilagineux ; en l'observant avec attention, j'ai remarqué que la partie supérieure, celle qui regarde les tégumens, est aussi cartilagineuse, mais le cartilage y est assez tendre, la partie inférieure est membraneuse, comme on le voit encore dans la couleuvre commune.

Sous la trachée artère, vers le dos, on voit l'œsophage et l'intestin.

J'ai fait les mêmes remarques sur une autre couleuvre avec des proportions plus petites, parce que la couleuvre n'avoit pas la même taille.

§ XXXI.

Le poumon avoit environ 4,54 décimètres, ou 16 pouces de longueur ; il est assez étroit à son origine, mais il s'élargit en descendant, et avant d'arriver à la moitié de sa longueur il prend un diamètre d'environ 1,57 centimètre, ou 7 lignes ; ensuite il commence à se rétrécir et finit à la distance d'environ

1,08 décimètre, ou 4 pouces de l'anus, où il a un diamètre d'environ 6,77 millimètres, ou 3 lignes, et où il se termine par un ovale assez pointu. Il est formé par une membrane très-fine, transparente et lisse, qui se déchire facilement.

§ XXXII.

Quand je voulus commencer les expériences que j'avois projetées sur les couleuvres, en leur coupant la trachée artère, je m'aperçus bientôt qu'elles n'étoient point si faciles et qu'elles demandoient assez d'adresse et d'attention dans l'opérateur, parce qu'il falloit éviter de blesser le cœur, ou de couper un gros vaisseau qui touche la trachée artère, et qui doit être la veine cave. On comprendra l'importance de ces soins, parce que la couleuvre en perdant son sang auroit perdu la vie, et je voulois qu'elle vécût encore après l'opération. Je fais cette remarque pour ceux qui voudroient répéter les expériences suivantes, ou en faire de semblables.

§ XXXIII.

Je coupai de cette manière la trachée artère à trois couleuvres; j'en laissai une dans l'air libre, elle périt au bout de quelques heures.

Je mis chacune des deux autres sous un récipient particulier plein d'air, mais sans communication avec l'air extérieur; j'en mis une autre qui étoit intacte sous un récipient contenant la même quantité d'air commun que les précédens, et sans communication avec l'air extérieur, afin qu'elle me servît de terme de comparaison.

Je m'aperçus bientôt que l'air où la couleuvre intacte avoit vécu étoit très-vicié; il avoit troublé l'eau de chaux dès le lendemain; mais je n'aperçus aucune altération sensible par les moyens grossiers de l'eau de chaux, de la teinture du tournesol et de la vivacité de la flamme sous les récipiens où se trouvoient les couleuvres qui avoient eu la trachée artère coupée, quoiqu'une d'elles y fût périe; il est vrai que la couleuvre qui avoit la trachée coupée, vécut ainsi pendant 3 jours $\frac{1}{2}$ sous l'autre récipient, mais elle en avoit altéré l'air au point que la lumière s'y éteignit, que la teinture du tournesol y rougit, et qu'il y eut un grand précipité dans l'eau de chaux; ce qui montroit nettement que le gaz oxygène en avoit été absorbé, et qu'il y avoit eu de l'acide carbonique produit. Il paroît donc déjà que les couleuvres à qui l'on coupe la trachée artère périssent plutôt à l'air libre que dans l'air clos; que les couleuvres intactes placées dans l'air clos vicient l'air par leur respiration; tandis que celles qui ont la trachée artère coupée ne le vicient pas d'une manière sensible, puisqu'une d'elles a survécu long-temps à la couleuvre intacte.

Mais pour rendre ces expériences plus convaincantes, il faut les faire dans des récipiens qui contiennent un volume d'air plus petit et plus propre à être essayé avec exactitude; cependant je veux d'abord répéter les précédentes de la même manière.

§ XXXIV.

Je commençai la répétition de ces expériences, en les variant pour les rendre plus utiles; je ne me

bornai pas à couper la trachée artère; je voulus encore la lier.

Je destinai 8 couleuvres à ces expériences, je plaçai chacune d'elles après l'opération sous un récipient plein d'air fermé par l'eau; tous les récipiens étoient d'une égale capacité.

N.° I. *La trachée artère liée :* il s'y fit accidentellement un trou.

II. *La trachée artère liée.*

III. *La trachée artère mieux liée.*

IV. *La trachée artere coupée et liée au-dessous de la section.*

V. *La trachée artère coupée et liée au-dessous de la section.*

VI. *La trachée artère coupée et liée au-dessus de la section.*

VII. *La trachée artère coupée et liée au-dessus de la section.*

VIII. *La trachée artère coupée sans ligature.*

Ces expériences sont très-difficiles pour les bien faire, parce qu'il faut éviter de blesser l'œsophage et deux gros vaisseaux qui suivent la trachée artère. Il arrive même quelquefois que lorsque l'on ne touche pas ces vaisseaux pendant l'opération, ils se rompent d'eux-mêmes après qu'elle a été faite. Il importe beaucoup encore dans ces expériences de renouveler souvent l'eau des vases ou de la cuve dont on se sert, pour prévenir l'action du sang sur l'air qu'elle altéreroit.

Je visitai ces couleuvres le lendemain.

N.° I. La couleuvre étoit morte.

II. La couleuvre étoit morte sans laisser apercevoir d'acide carbonique par les moyens employés dans les paragraphes précédens.

III. De même à tous égards.

IV. De même à tous égards.

V. De même à tous égards.

VI. De même, la couleuvre étoit morte, mais je trouvai dans l'air quelques signes d'acide carbonique. Cette observation est importante, parce que, dans les deux cas précédens, il ne pouvoit y avoir de respiration, puisque la trachée artère étoit liée au dessous de la section; il ne pouvoit donc entrer de l'air que dans cette partie de la trachée qui étoit au dessus de la ligature, et cette partie doit se considérer comme zéro relativement au reste de cette trachée, et à toute la capacité du poumon; aussi quand la trachée artère est liée au dessus de la section, la trachée est ouverte, et l'air peut entrer dans le poumon, qui communique directement avec elle; alors il doit nécessairement s'altérer, mais l'altération fut très-petite et la lumière d'une bougie s'y soutint fort bien.

VII. De même que N.° VI.

VIII. Enfin la couleuvre qui avoit eu la trachée artère coupée vivoit encore, et l'air où elle avoit vécu donnoit quelques indices d'acide carbonique.

Ces expériences s'accordent fort bien avec les précédentes et plusieurs autres que je raconterai dans la suite de cet ouvrage.

Il paroît donc clairement que, soit que l'on coupe la trachée artère des couleuvres, soit qu'on la lie au dessus de la section, il y a de l'acide carbonique

produit, mais qu'il n'y en a point quand la ligature est au dessous de la section.

Il suit de là par conséquent, que dans les expériences où la trachée artère est simplement coupée, ou bien lorsqu'on la lie au dessus de la section, l'air entre dans le poumon; aussi, après avoir tiré deux couleuvres renfermées séparément sous un récipient, après avoir coupé la trachée artère à l'une d'elles et avoir coupé la trachée artère à l'autre en la liant ensuite au dessus de la section, je les mis sous d'autres récipiens pleins d'air commun avec de l'eau pure, elles continuèrent d'y vivre, quoiqu'elles eussent gâté l'air des premiers récipiens où elles avoient été, au point d'éteindre une lumière que j'y plongeois.

§ XXXV.

Ces faits me parurent trop intéressans pour négliger les preuves propres à établir leurs conséquences sur de fermes fondemens; mais d'un autre côté ils me semblèrent si difficiles à bien observer qu'il falloit prévenir toutes les erreurs, où l'on auroit pu tomber en les observant.

J'avois forcé deux couleuvres à rester plongées sous l'eau sans pouvoir venir à la surface pour respirer l'air, elles périrent au bout de 3 heures $\frac{1}{2}$.

Je pris deux couleuvres à qui je coupai la trachée artère et à qui je liai cette trachée au dessous de la section; elles périrent dans le même temps que les précédentes; elles avoient, comme elles, la bouche fort ouverte, comme si elles eussent cherché l'air qu'elles ne pouvoient avoir.

Dans le même temps j'avois aussi deux couleuvres à qui je coupai la trachée artère sans la lier, elles étoient pleines de vie au bout de 24 heures ; on en comprend aisément la raison, elles pouvoient respirer l'air qui passe *dans le poumon par l'ouverture de la section.*

Ces expériences instructives montrent clairement, que les couleuvres qui ont eu la trachée artère coupée et liée au dessous de la section meurent aussi vîte dans l'air que celles qui sont intactes et qu'on retient sous l'eau, parce que, dans ces deux cas, ni les unes ni les autres n'ont pu respirer l'air, tandis que les couleuvres dont la trachée artère a été seulement coupée, avoient un passage libre pour introduire l'air dans le poumon et pour l'en chasser après qu'il y avoit été; en un mot, pour renouveler l'air qui devoit entrer toujours dans le poumon et remplacer celui qui en étoit sorti après avoir été altéré.

§ XXXVI.

Je coupai à quatre couleuvres la trachée artère, je la liai ensuite à deux d'entre elles au dessous de la section et à deux autres au dessus, je les plaçai séparément dans un vase à l'air libre pour mesurer la durée de leur vie dans cet état. Je dois observer qu'en cherchant à isoler la trachée artère je rompis quelques vaisseaux sanguins et qu'il en sortit du sang. Quel fut le résultat de cette expérience ?

Trois heures après l'opération, les deux couleuvres dont *j'avois lié la trachée artère au dessous de la section* étoient péries, elles avoient la bouche fort

ouverte. D'abord après l'opération elles furent inquiètes, elles ouvrirent la bouche et cherchèrent l'air qui leur manquoit.

Les 2 autres couleuvres dont la *ligature de la trachée artère a été faite au-dessus de la section*, paroissoient bien mal à leur aise, mais une d'elles a vécu pendant 5 jours; l'autre ne vécut de cette manière que 4 jours, parce qu'elle avoit perdu beaucoup de sang; j'en ai eu qui ont vécu dans cet état pendant 14 jours et qui absorboient alors le gaz oxygène de l'air, remplissoient d'acide carbonique l'atmosphère où elles étoient, et siffloient d'une manière fort enrouée, ce qui prouve qu'elles respiroient.

Il est donc bien démontré que les couleuvres qui ont eu la trachée artère coupée et à qui on lie cette trachée au-dessous de la section, vivent bien moins long-temps que celles qui ont eu aussi la trachée coupée, et à qui on l'a liée au-dessus de la section, et l'on en voit nettement la cause dans l'obstacle que les premières trouvent à l'entrée de l'air dans le poumon; cet obstacle n'existe pas pour celles à qui l'on fait la ligature au-dessus de la section; il en est de même aussi pour celles dont la trachée artère a été seulement coupée, et à qui l'on n'a fait aucune ligature, parce que l'air trouve une entrée dans le poumon, soit par la bouche, soit par la section elle-même; de sorte que si ces couleuvres ne respirent pas commodément, elles peuvent néanmoins respirer, puisque l'air contenu dans le poumon se renouvelle toujours, et c'est vraiment l'effet de la respiration.

§ XXXVII.

Voici des expériences que j'ai répétées plusieurs fois, parce qu'elles m'ont paru fondamentales.

Je choisis 4 récipiens de la même capacité, je plaçai séparément dans chacun, à 8 heures du matin, une couleuvre intacte, une couleuvre qui avoit la trachée artère coupée, une couleuvre qui avoit la trachée artère liée, enfin une couleuvre qui avoit la trachée artère et l'œsophage liés, chacun de ces récipiens étoit fermé par le mercure.

A trois heures après midi la couleuvre qui avoit *la trachée artère et l'œsophage liés* me parut morte; je la retirai du récipient où elle étoit, et je la trouvai vraiment morte; le mercure étoit baissé dans le récipient au moins d'un tiers de pouce.

La couleuvre *intacte* vivoit; je ne pus pas remarquer si le niveau du mercure étoit changé, parce que la couleuvre y étoit entrée en partie, mais quand je l'eus retirée du récipient, le mercure s'éleva de 5,4 centimètres, ou de 2 pouces, et la couleuvre me parut très-vive.

La couleuvre qui avoit eu *la trachée artère liée* avoit fait descendre le mercure de 4,51 millimètres, ou de 2 lignes; je la retirai parce qu'elle me parut avoir la bouche ouverte; elle l'étoit véritablement. J'observai la même chose sur la *couleuvre qui avoit eu la trachée artère liée avec l'œsophage :* toutes deux avoient la bouche ouverte et le corps déchiré par leurs dents.

Pendant cette expérience, qui dura environ 7 heures, le thermomètre resta à 15° $\frac{1}{2}$.

Je procédai ensuite à l'examen de l'air où ces couleuvres avoient été, par le moyen sévère du phosphore.

Dans l'air où avoit été la couleuvre dont *la trachée artère avoit été liée avec l'œsophage*, il y eut 2° de gaz oxygène absorbés par elle et 2° d'acide carbonique produits.

Dans l'air où vécut la *couleuvre qui avoit eu la trachée artère liée*, il y eut 1° de gaz oxygène absorbé et 1° d'acide carbonique produit.

Dans l'air où avoit été la *couleuvre intacte*, il y eut 6° de gaz oxygène absorbé et 4° d'acide carbonique produit.

Cette expérience rigoureuse s'accorde fort bien avec les autres que j'ai faites précédemment sur ces reptiles intacts et mutilés, et en particulier avec une que j'avois faite aussi exactement sur une couleuvre qui avoit eu la trachée artère liée et où j'avois trouvé qu'elle avoit absorbé 2° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène.

§ XXXVIII.

La comparaison de ce qui arrive à divers animaux dans les mêmes circonstances est souvent instructive: aussi j'ai cru devoir devancer ici ce que je prouverai dans un autre mémoire.

On verra 1.° que les couleuvres plongées sous l'eau y meurent beaucoup plus tôt que les grenouilles;

2.° Que les couleuvres qui ont eu la trachée artère coupée et qui ont été laissées à sec, meurent encore beaucoup plus tôt que les grenouilles dans le même état.

3.° Enfin que les couleuvres gâtent l'air où elles

sont renfermées quand elles sont intactes et quand elles sont mutilées, mais qu'elles le gâtent beaucoup moins quand elles ont eu la trachée artère coupée, et surtout quand elle a été liée au dessous de la section; j'en ai vu une vivante dans ce dernier état qui ne l'avoit point altéré.

§ XXXIX.

Avant d'aller plus loin, je veux examiner un phénomène que j'ai eu quelquefois l'occasion d'observer, c'est l'abaissement du mercure pendant le séjour des couleuvres dans l'air où je les tenois renfermées sous des vases clos par le mercure.

En voyant le mercure monter et descendre sous les récipiens, tandis que la température restoit la même pendant la clôture des couleuvres que j'y avois renfermées, je craignois quelque équivoque dont je ne pouvois voir la cause; de sorte que je m'occupai d'abord à établir la vérité du phénomène.

Je pris 2 couleuvres, je liai fortement leurs mandibules, je fermai leurs narines avec de la cire à cacheter, mais cette cire tomba bientôt après que j'eus mis les couleuvres sous les récipiens. Le mercure ne tarda pas de descendre, et au bout de 1 heure $\frac{1}{2}$ il étoit descendu de 2,7 centimètres, ou d'un pouce.

J'avois préparé de la même manière 2 autres couleuvres que j'avois placées de même chacune sous un récipient fermé par le mercure, mais à peine le mercure commençoit à y monter que les couleuvres périrent, sans doute parce que j'avois lié trop fortement leurs mandibules; je néglige tout ce qui est

arrivé à celles-ci pour m'occuper seulement de celles qui ont fait baisser le mercure.

Je vis d'abord que l'air n'avoit point été altéré, et je le vis 3 fois par le phosphore, qui me donna toujours, comme dans l'air commun, 20° d'absorption du gaz oxygène.

Je répétai cette expérience sur une autre couleuvre, mais elle mourut au bout d'une demi-heure, et il n'y eut point de changement dans le niveau du mercure.

Il me parut donc que ce changement de niveau du mercure, ou sa descente dans le récipient étoit un effet purement accidentel; quel pouvoit en être la cause? Ne seroit ce point parce que la couleuvre s'est gonflée, et parce qu'ayant pris alors un plus grand volume elle a déplacé une plus grande quantité d'air; alors l'air tendant à occuper plus de place presse le mercure, et le force à descendre; je dois l'expliquer de cette manière, puisqu'il n'y eut point de développement d'air, je ne trouvai point d'acide carbonique dans l'air du récipient comme l'eau de chaux le prouva; il n'y eut point d'azote produit puisque l'air clos essayé par le phosphore donna les mêmes résultats d'absorption que l'air commun libre.

Il m'est pourtant arrivé dans des cas semblables, où j'avois observé une descente du mercure, d'avoir trouvé 10° d'azote, mais alors il faudroit que ce gaz se fût développé avant que le gaz oxygène eût été absorbé par la couleuvre.

§ XL.

Je reprends la suite de mes recherches dont je veux

toujours appuyer davantage la certitude ; je crus donc y ajouter quelque chose en tâchant de découvrir ce qui arriveroit à une couleuvre mise dans le gaz hydrogène avec la trachée artère liée : cette opération ralentit ses mouvemens, et l'on peut croire qu'elle n'étoit pas à son aise ; je la mis donc sous un récipient plein de gaz hydrogène, et je l'en retirai au bout de 4 heures, mais voyant qu'elle étoit sans mouvement avec la bouche ouverte, et par conséquent prête à périr, je la laissai à l'air libre pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ pour voir si elle se ranimeroit, comme cela arrive quelquefois aux grenouilles, mais sa vie n'en fut pas augmentée, ce qui montre que ces serpens absorbent fort peu de gaz oxygène par la surface de leurs corps.

Il me parut donc que cette couleuvre, dont la trachée artère étoit liée, n'éprouva dans le gaz hydrogène que ce qu'elle auroit éprouvé si on l'avoit mise avec la trachée artère liée dans l'air.

§ XLI.

Je ne pouvois pas priver les couleuvres de leurs poumons comme les grenouilles, parce que leur poumon est si long qu'il auroit fallu leur faire une blessure trop considérable. Je résolus donc de remplacer cette expérience capitale par une autre.

Je pris cette couleuvre dont j'ai parlé § XL ; je coupai la trachée artère sous l'eau au dessous de la ligature ; je comprimai alors la couleuvre sous l'eau, et je recueillis l'air resté dans son poumon pendant 6 heures $\frac{1}{2}$; j'en obtins environ 14 centimètres cubes,

ou les $\frac{3}{4}$ d'un pouce cube, et je trouvai que cet air qu'elle avoit inspiré et qui étoit resté clos dans son poumon y avoit perdu 18° $\frac{1}{2}$ de son gaz oxygène, qu'il y avoit eu 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit avec 15° d'azote.

Cependant comme je ne m'étois point assez assuré que ce gaz fût véritablement l'azote et que sa quantité vraiment étonnante fût réelle comme je la voyois, je refis l'expérience sur 4 couleuvres à qui je liai la trachée artère ; j'en laissai 2 à l'air libre, et j'en mis 2 pendant 7 heures dans le gaz hydrogène.

Après ce temps les couleuvres qui étoient dans le gaz hydrogène, comme celles qui étoient à l'air libre, avoient tous les signes d'une mort prochaine ; je les retirai de leur clôture, et je passai à l'essai de l'air commun enfermé pendant 7 heures dans le poumon de ces animaux.

L'air renfermé dans le poumon d'une des couleuvres qui avoit été placée dans le gaz hydrogène ne suffit pas pour remplir mon eudiomètre, quoiqu'il y en eût 9,90 centimètres cubes, ou un $\frac{1}{2}$ pouce cube, de sorte que j'eus recours à l'air contenu dans le poumon de sa compagne d'infortune et de séjour dans le gaz hydrogène, et je trouvai qu'il y avoit eu 18° de gaz oxygène absorbé, 5° d'acide carbonique produit avec 13° d'azote ; je ne doute pas que ce gaz ne soit véritablement de l'azote, puisqu'avec tous les autres caractères propres à le faire reconnoître, je ne pus l'enflammer avec une petite bougie allumée.

L'air renfermé pendant 7 heures dans le poumon

des deux couleuvres qui étoient restées à l'air libre et qui étoient presque mortes comme les précédentes, me fournit un résultat à très-peu près semblable au précédent, et je n'obtins pourtant des poumons des deux couleuvres que la moitié environ de la capacité de mon eudiomètre.

Il résulte de ces expériences, qu'il est indispensablement nécessaire à ces animaux de respirer l'air atmosphérique par le poumon, que lorsque l'on suspend chez eux l'acte de la respiration, ils périssent au bout du même temps dans le gaz hydrogène ou à l'air libre, et que lorsque les couleuvres sont prêtes à périr dans le gaz hydrogène elles ne se raniment pas à l'air libre, comme les grenouilles et les salamandres, parce qu'elles n'absorbent pas par la peau autant de gaz oxygène que ces dernières.

J'avois déjà trouvé des résultats semblables aux précédens lorsque je fis l'essai de l'air resté dans le poumon des couleuvres péries sous l'eau, et dont la trachée artère avoit été liée; mais aussi j'avois vu que l'air du poumon des couleuvres dont la trachée artère n'avoit pas été liée étoit aussi bon que l'air commun, et qu'il n'y avoit point d'acide carbonique.

Je conclus de tout cela que l'air inspiré par les couleuvres peut rester quelque temps dans leur poumon; qu'il s'y dépouille enfin du gaz oxygène; qu'il s'y produit de l'acide carbonique en petite quantité, et qu'il y a une grande quantité d'azote développé. Cependant cet air, gâté comme il l'étoit dans ces expériences, amène les couleuvres à un degré de maladie tel que l'on ne sauroit les ranimer en rem-

plaçant cet air gâté par un air aussi pur que l'atmosphère peut le fournir.

Je finis ces observations en remarquant que la queue est la dernière partie du corps des couleuvres qui perd le mouvement.

§ XLII.

La chaleur joue un rôle remarquable dans l'histoire de la respiration, et je ne me suis encore occupé que de l'action du poumon des couleuvres sur l'air ; de sorte qu'il me faut à présent rechercher quelle influence la différence de la température peut avoir sur ces animaux, et comme leur léthargie est produite par la cessation au moins apparente des mouvemens de la respiration et de la circulation ; je suis dans le cas de faire attention à cet état qui n'est pas rare dans les animaux à sang froid.

§ XLIII.

Il importe d'abord de savoir si les couleuvres ont une chaleur qui leur soit propre, ou plutôt qui soit supérieure à celle de l'atmosphère, ou enfin quels sont ses rapports avec la chaleur de l'air.

Je pris une couleuvre, j'en perçai la peau écailleuse, je fis un trou de deux travers de doigt sous le cœur, j'introduisis par ce trou la boule d'un thermomètre qui touchoit le cœur lui-même ; elle resta une heure dans cet état, et elle y fut constamment immobile, quoique la couleuvre fût toujours vivante. Le thermomètre indiquoit 5°, comme celui qui étoit placé dans l'air à quelques pouces de la couleuvre. Il

paroît donc que la chaleur de la couleuvre étoit la même que celle de l'atmosphère.

§ XLIV.

J'exposai une autre couleuvre à la température de 5° dans une caisse ouverte : je la trouvai ramoncelée en elle-même, formant une espèce de groupe ; elle me parut fort engourdie, mais elle n'étoit pas léthargique, elle avoit les yeux ouverts et tiroit la langue.

Je l'écorchai vers la région du cœur pour observer l'état de cet organe ; il me sembla immobile ; je crus cependant apercevoir une pulsation, mais elle finit d'abord et je n'en observai pas d'autres.

§ XLV.

Voilà donc le cœur des couleuvres qui cesse de battre quand la température s'abaisse ; il étoit bien naturel de se demander : comment arrive-t-il que les pulsations s'arrêtent ?

Pour résoudre cette question je profitai d'un jour où la température, sur ma fenêtre, étoit — 1° $\frac{1}{2}$; alors je coupai l'enveloppe écailleuse d'une couleuvre, ou la peau immédiatement sous le cœur, sans entamer la chair ; ensuite je renversai la couleuvre sur le dos, et le cœur se montroit sous les tégumens ; la température étoit alors de 2° dans le lieu où je conservai cet animal.

J'observai le cœur de cette couleuvre pendant 16 minutes, d'abord il se contracta et s'alongea deux fois, mais quoique la couleuvre eût les yeux ouverts

et qu'elle tirât la langue, ses mouvemens furent d'une extrême lenteur; il seroit possible que l'opération qu'elle avoit subie eût excité les mouvemens du cœur que j'aperçus; je la mis alors sur ma fenêtre pendant $\frac{1}{4}$ d'heure, la température étoit de $-1^{\circ}\frac{1}{2}$: la couleuvre conserva ses yeux ouverts, mais sa langue resta immobile et tombante hors de la bouche. J'observai cette couleuvre pendant $\frac{1}{2}$ heure, et je ne lui vis faire aucun mouvement.

La couleuvre ne gela point à cette température, elle fit quelques petits mouvemens pour reprendre sa situation naturelle; je l'avois couchée sur le dos, comme je l'ai dit, afin de pouvoir observer son cœur; elle ne fit entendre aucun sifflement, elle ne manifesta aucune apparence de respiration, quoiqu'elle fût peut-être encore très-foible et très-lente.

Après cette demi-heure je transportai la couleuvre dans mon cabinet et je l'approchai du fourneau; le thermomètre étoit monté à 7° dans le lieu où je la plaçai, elle y resta 9 minutes avant que le cœur eût perdu son immobilité; mais tout-à-coup il se contracta, s'alongea, ressuscita et reprit son rithme qu'il continua avec constance. Je comptai dans une minute 10, 11, 12 pulsations.

Je mis ensuite la couleuvre et sa caisse sur le fourneau, bientôt elle fut tout-à-fait réveillée; elle sortit la langue avec une grande vîtesse, elle avoit les yeux plus vifs, elle rampa. J'observai alors son cœur, et je comptai 28, 29, 30 pulsations par minute.

Il paroît donc que le cœur peut s'arrêter à une

basse température, et qu'il s'arrête véritablement dans les couleuvres, sans pourtant que leur *vitalité* soit suspendue pendant ce temps-là.

§ XLVI.

J'exposai la même couleuvre, dont je viens de parler, sur ma fenêtre pendant la nuit suivante, sous un vase qui la recouvroit, elle étoit pleine de vie, mais le lendemain je la trouvai ployée en rouleau; elle étoit morte et gelée. Le thermomètre étoit à $-2^{\circ}\frac{1}{2}$.

Il paroît donc que ces amphibies cessent de vivre lorsque la température est à $-2^{\circ}\frac{1}{2}$; mais comme la température de nos hivers passe toujours ce degré, il faut que les couleuvres, comme les grenouilles et les salamandres, puissent se garantir de ses effets mortels lorsque la température s'abaisse, et l'on sait qu'elles se font des retraites plus ou moins profondes.

Je mis la couleuvre sur mon fourneau, elle s'y dégela, se ramollit, mais elle n'y reprit pas la vie.

§ XLVII.

Je continuai mes observations sur le cœur d'une couleuvre que je découvris entièrement pour en suivre les mouvemens; sa forme étoit celle d'une olive étroite, il me parut un peu long.

La température étoit de 1°; j'aperçus bien sa contraction et sa dilatation; mais elle me parut produite par quelques contorsions de la tête et du col. Quand ce mouvement eut cessé, je mis la couleuvre à la température de 2°, qui étoit celle de la caisse où je la tenois; quand la couleuvre y eut pris cette

température je visitai son cœur, et je l'observai au moins pendant une demi-heure, il n'avoit point son rithme périodique; il me sembloit pourtant apercevoir quelques mouvemens, mais seulement dans son intérieur; je crus le remarquer mieux avec une loupe, alors je vis que toutes les cinq ou six minutes la partie musculaire intérieure se gonfloit très-légèrement, tantôt à une place, tantôt à une autre, mais ce gonflement étoit presque insensible et très-lent; il ne s'étendoit jamais à toute la masse de cet organe, il en étoit de même de l'abaissement; de sorte que l'on ne sauroit regarder ces mouvemens comme de vrais systoles et diastoles. J'ai encore vu tout cela de la même manière pendant une heure.

Je coupai le cœur avec des ciseaux dans sa longueur jusqu'à la moitié inférieure, il n'en sortit presque point de sang, et il ne montra pas plus de mouvement.

Je portai enfin la couleuvre sur le fourneau; quand la chaleur l'eut pénétrée, les pulsations recommencèrent régulièrement, et il sortit beaucoup de sang par la blessure que j'avois faite au cœur.

Cette suite d'observations et d'expériences apprend donc que lorsque les couleuvres sont exposées à une température de 2° le cœur ne bat pas véritablement, et que le petit mouvement que l'on peut apercevoir n'est pas suffisant pour opérer la circulation du sang, au moins dans les vaisseaux moyens et dans les plus petits. Par conséquent les couleuvres, pendant l'hiver et lorsque la température est de 2°, n'ont plus de mouvement dans le cœur et la circulation du sang y est vraiment suspendue.

§ XLVIII.

Mais y a-t-il quelques rapports entre les battemens du cœur et les mouvemens de la respiration dans le poumon des couleuvres ? Cette question étoit bien importante, surtout dans l'examen de l'état des animaux léthargiques.

Je pris une de mes couleuvres qui étoit à la température de 3°; quoiqu'elle eût les yeux ouverts, elle n'avoit aucun mouvement progressif, elle faisoit seulement apercevoir quelques contorsions.

Je lui coupai la peau autour du col, ensuite je la tirai en bas et le cœur parut à nu; je le vis s'alonger et se contracter très-lentement; je voulus prendre ma montre pour compter ses battemens, mais déjà il ne battoit plus; il resta dans cette immobilité pendant plus d'un quart-d'heure; il y eut ensuite deux ou trois battemens presque insensibles, mais après ces battemens il resta immobile pendant une demi-heure. Durant cette demi-heure, le poumon qui est très-visible et très-long ne se gonfla point.

Alors par le moyen d'un petit tube inséré dans la bouche de la couleuvre je fis entrer de l'air dans le poumon qui se gonfla, je voulois voir si le gonflement du poumon feroit battre le cœur, mais il ne battit point.

Je pensai donc à placer la couleuvre sur mon fourneau, à la température de 11°; peu de temps après le cœur battit régulièrement et même avec quelque vîtesse : pendant que le cœur battoit, je mis le doigt sur la trachée artère de la couleuvre, je la

comprimai de manière à arrêter le passage de l'air, mais le rithme du cœur n'en fut pas changé.

Il paroît donc que dans l'état de léthargie des couleuvres le cœur ne bat point, et si j'ai observé quelques mouvemens, on doit les attribuer à l'agitation causée à l'animal, à la chaleur que mes mains purent lui communiquer, et à la douleur qui dut accompagner son écorchement. Il paroîtroit aussi que le mouvement du cœur peut être indépendant de celui du poumon.

§ XLIX.

Je mis sur la terre qui étoit refroidie à la température de 5° 2 couleuvres, elles y devinrent à demi-léthargiques; elles tiroient lentement leurs langues, les tenoient un peu hors de la bouche, élevoient la tête, faisoient quelques mouvemens à droite et à gauche, avançoient quelques pas lorsque je les irritois, et s'arrêtoient bientôt.

§ L.

Après avoir vu l'effet de cette température sur ces couleuvres, je pensai à les couvrir de neige.

J'en retirai une au bout d'une demi-heure, j'ouvris son corps, et j'y plaçai un thermomètre qui descendit à 0, et il resta à cette température; je laissai ensuite cette couleuvre avec le thermomètre sur le terrain qui étoit à la température de 5°, et le thermomètre qui touchoit le cœur de la couleuvre remonta à 5°.

Les autres couleuvres devinrent vraiment léthargiques, ce fut en vain que je les irritai, que je les piquai, elles ne donnèrent pas le moindre signe de

mouvement. Je les retirai toutes de dessous la neige, je les mis sur le terrain dont la température étoit de 5°; ces animaux qui paroissoient morts se ranimèrent et commencèrent à ramper.

Enfin je laissai une couleuvre sur ma fenêtre pendant la nuit; la température fut de — 3°, le lendemain je trouvai la couleuvre gelée et morte.

§ LI.

En suivant ces expériences sur la léthargie des animaux léthargiques, je remarquai un fait que j'ai revu souvent et qui m'a paru singulier; mes couleuvres étoient dans une température de 2°, elles étoient presque entièrement léthargiques, elles étoient au moins immobiles, mais elles donnoient quelques signes de mouvement quand je les touchois. Je les transportai sur ma fenêtre, où la température étoit de — 1° $\frac{1}{2}$.

Dès que cette couleuvre éprouva cette température, elle commença de s'agiter, de se tourner à droite et à gauche; elle fit même quelques pas; ensuite elle se ramoncela sur elle-même, plaça la tête sous son corps, se dressa ensuite et s'alongea. Ces observations, que je fis de même sur une tortue et une grenouille, me firent penser qu'il y avoit peut-être un degré de froid qui, au lieu de rendre ces animaux léthargiques et d'entretenir leur léthargie, les en tiroit. J'avois fait 4 fois la même observation sur les chauve-souris.

Je transportai la couleuvre et les deux autres animaux ranimés par le froid à la température de

2° d'où je les avois tirés. La tortue et la grenouille y restèrent sans léthargie; mais la couleuvre y redevint immobile, elle y fut dans le même état où ces reptiles sont dans la campagne à cette température, ou dans une caisse placée à l'air libre avec ce degré de froid. En un mot je vis alors cette couleuvre dans le même état où elle étoit lorsque je la tirai de la caisse qu'elle habitoit.

§ LII.

Il falloit encore voir l'action des couleuvres sur l'air pendant qu'elles sont léthargiques; cette expérience est capitale parce qu'elle peut indiquer l'état de la respiration dans cette circonstance où se trouvent les animaux léthargiques.

Je mis une couleuvre sous un récipient contenant 99,08 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'air commun; il étoit fermé par l'eau et elle y resta pendant 10 heures sur ma fenêtre à la température de — 1° $\frac{1}{4}$.

Je trouvai l'eau entièrement gelée et la couleuvre me parut aussi gelée, elle avoit la tête et le col hors de la glace et dans l'air.

J'en mis une autre de la même manière pendant le même temps dans mon cabinet à la température de 7°.

La première étoit morte presque gelée, la seconde vivoit.

La première avoit absorbé 4° de gaz oxygène, la seconde en avoit absorbé 11° et produit 2° d'acide carbonique.

L'absorption du gaz oxygène a été proportionnée au degré de la température et elle s'est manifestée quoique la température fût à zéro.

§ LIII.

Il me reste à parler de l'action du sang sur l'air, et réciproquement : on sent l'importance de cette recherche, puisque la circulation du sang doit influer sur la respiration ; mais comme les couleuvres ont proportionnellement moins de sang que les animaux à sang chaud, et comme les couleuvres n'ont qu'un poumon, il étoit presque indispensable de s'occuper de cette question.

§ LIV.

Je cherchai d'abord si le sang des couleuvres absorboit le gaz oxygène de l'air.

Je coupai la tête à quatre couleuvres, je reçus le sang de deux dans un tube ouvert, et je fis couler le sang de deux autres sous l'appareil à mercure, ensuite je fis passer le lendemain ce sang sous deux récipiens au travers du mercure

Après cette préparation, il me vint dans l'esprit de faire cette expérience d'une autre manière, en coupant la tête aux deux couleuvres sous le mercure et en faisant passer d'abord ce sang au travers du mercure dans le tube destiné à l'expérience ; mais en faisant la préparation de cette expérience, je me suis aperçu qu'en comprimant le corps de la couleuvre pour en chasser le sang, il s'échappoit de l'air au travers de la trachée artère qui entroit dans le tube avec le sang.

Je cherchai donc à connoître la quantité et la qualité de l'air qu'une couleuvre moyenne peut rendre par la compression de son corps, et je trouvai que c'étoit environ $\frac{1}{11}$ d'un pouce cube. J'examinai ensuite cet air eudiométriquement, mais je vis qu'il étoit impossible d'avoir rien de précis sur les altérations que l'air souffre dans le poumon des couleuvres enfermées sous les vases clos, quand on n'a pas eu soin préliminairement de faire sortir tout celui qu'il renfermoit.

Je fis donc sortir l'air contenu dans le poumon de quelques couleuvres restées à l'air libre, et il me parut que cet air n'y souffroit alors point d'altération.

Ces reptiles en liberté rejettent cet air dès qu'il commence à leur être pénible, et ils en inspirent du nouveau. Il y a toujours une grande différence entre la respiration des animaux à sang chaud, et celle des animaux à sang froid comme les couleuvres; l'air est toujours plus ou moins altéré dans les poumons des premiers, ce qui n'arrive pas à beaucoup près dans les poumons des autres.

Quand on a coupé la tête à une couleuvre, le sang qui sort est d'un rouge assez obscur, parce que le sang artériel est mêlé avec le sang veineux, mais si on le reçoit dans un petit vase; et si on l'expose à l'air commun, il prend bientôt une couleur plus vive qui augmente en rougeur jusqu'à un certain point.

Dans cette expérience le sang de la couleuvre n'altéra point l'air atmosphérique, quoiqu'il resta en contact avec lui pendant quelques heures.

§ LV.

Le sang des couleuvres rougi à l'air y prend ensuite une couleur obscure et livide; ce changement se fait apercevoir au bout de 5 heures; mais si l'on introduit dans le vase un cylindre de verre au travers du mercure, et si l'on remue le sang qui y est renfermé, il reprend bientôt la couleur rouge vive que le contact de l'air lui avoit d'abord donné.

§ LVI.

Je coupai la tête à trois couleuvres, et je fis entrer leur sang au travers du mercure dans cinq petits flacons fermés avec des bouchons usés à l'émeri; il déplaça le mercure dont il ne resta qu'une petite partie pour recouvrir le col du flacon, je fermai ces flacons que je tins dans le mercure sur leurs cols, et je fis passer ensuite le sang dans un tube à moitié rempli de gaz oxygène, le reste du vide dans le flacon étoit plein de mercure.

Ce sang d'un rouge obscur y devint bientôt d'un rouge vif; le lendemain il étoit d'un rouge clair. Le niveau du mercure ne changea pas, je trouvai peu de serum, et en essayant le gaz il avoit à peine perdu 4° de gaz oxygène.

§ LVII.

J'exposai pendant 24 heures le sang d'une couleuvre sous un tube où je l'avois mis en contact avec l'air commun; en l'introduisant dans le tube au travers du mercure il y absorba $6° \frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et y produisit $2° \frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ LVIII.

J'observai plusieurs fois que le sang en contact avec l'air commun dans des tubes fermés par le mercure y devenoit immobile, non-seulement lorsque j'agitois le tube, mais encore lorsque je faisois rouler sur sa surface un caillot poussé par un cylindre de verre.

§ LIX.

Enfin il me restoit à rechercher l'action des couleuvres mortes sur l'air, pour mieux estimer celle des couleuvres vivantes sur ce fluide.

Je tuai une couleuvre en frappant sa tête contre terre, et je la mis sous un récipient contenant 168,43 centimètres cubes, ou 8 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, je la laissai pendant 9 heures dans cette clôture.

Je fis ensuite l'essai de l'air, je trouvai qu'elle avoit absorbé 7° de gaz oxygène et produit 4° d'acide carbonique avec 6° d'azote. La couleuvre ne sentoit point mauvais.

Ce reptile absorbe donc après la mort le gaz oxygène et produit l'acide carbonique avec l'azote.

§ LX.

Je coupai une couleuvre en petits morceaux ; je les mis dans un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, je les laissai pendant 27 heures dans cette atmosphère.

Après avoir essayé l'air, je trouvai que cette couleuvre réduite à cet état avoit absorbé 14° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

Je mis pendant le même temps et de la même manière une couleuvre morte, mais entière, dont le volume étoit égal à celui de la couleuvre hâchée; elle absorba 8° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

La raison de cette différence me paroît claire; la couleuvre en morceaux offrit à l'air une plus grande surface que celle qui n'avoit pas été dépecée.

§ LXI.

Je voulus connoître encore si la peau des couleuvres avoit, comme leur chair, la propriété d'absorber le gaz oxygène et de produire l'acide carbonique.

J'écorchai une couleuvre, je lavai avec soin la peau, surtout la partie qui touchoit la chair; je la partageai transversalement en deux parties égales; ensuite je roulai chacune de ces portions en sens contraire de l'autre; l'une formoit un cylindre creux dont le dehors étoit formé par la partie extérieure, tandis que l'autre avoit en dehors son côté intérieur ou celui qui touchoit la chair; ces deux cylindres se remplirent d'air, et je forçai l'air à y séjourner en les attachant par les extrémités; après les avoir remplis, ils restèrent ainsi pendant 14 heures.

Le morceau de la peau dont le *côté de la chair étoit devenu la partie extérieure du cylindre* paroissoit un peu flétri, mais celui dont *l'extérieur étoit en dehors* me sembla dans son état naturel.

J'essayai l'air du cylindre dont le côté *extérieur de la peau étoit en dehors*, et je trouvai que la face de la peau qui *avoit été en contact avec la chair*

avoit absorbé 2° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique, et que le cylindre dont le *côté extérieur de la peau étoit devenu la partie intérieure* avoit absorbé 3° de gaz oxygène et produit 3° d'acide carbonique.

Il résulte donc de là que l'absorption la plus forte du gaz oxygène a été faite par le côté extérieur de la peau, ou celui qui touche l'air dans l'état naturel.

La chair des couleuvres n'absorbe donc pas seule le gaz oxygène, la peau en absorbe aussi, comme je viens de le montrer, mais j'ai voulu faire cette expérience d'une autre manière.

Je mis cinq morceaux de la peau d'une grosse couleuvre pesant chacun 10,52 grammes, ou 8 deniers et 3 grains $\frac{1}{2}$ dans un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; je les laissai pendant 4 jours et j'essayai l'air. Ces morceaux de peau avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 20° d'acide carbonique.

§ LXII.

Cette absorption du gaz oxygène par la peau des couleuvres étoit frappante; je voulus encore varier les expériences que j'avois faites pour l'établir, je fis celle-ci dans le gaz oxygène.

Je mis trois morceaux de la peau d'une couleuvre dans 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun sous un tube fermé par le mercure, je mis de même trois morceaux égaux de la même peau dans la même quantité de gaz oxygène, et je laissai ces appareils pendant trois jours, au bout desquels je fis l'essai de l'air qu'ils renfermoient.

Les trois morceaux de peau de la couleuvre avoient absorbé dans le *gaz oxygène* 23° de ce gaz, et produit 20° d'acide carbonique.

Ces trois morceaux dans *l'air commun* avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit 20° d'acide carbonique.

§ LXIII.

Il étoit curieux de savoir si cette peau bouillie dans l'eau auroit changé ses rapports avec le gaz oxygène.

Je mis trois morceaux de cette peau égaux aux précédens, sous un tube contenant 29,71 centimètres, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz oxygène, après les avoir fait bouillir dans l'eau; elle absorba alors pendant trois jours 74° de gaz oxygène et produisit 27° d'acide carbonique.

§ LXIV.

La peau des couleuvres, comme chacun sait, est recouverte extérieurement d'écailles; elle forme la dépouille des serpens, qui changent de peau chaque année au printemps. Cette peau est plus ou moins fine, et transparente; elle offre une substance cornée, ou plutôt analogue à la corne, comme on s'en aperçoit quand on la brûle; elle a vraiment alors l'odeur de la corne ou des plumes brûlées. Sous ces écailles on voit la vraie peau qui leur est attachée, elle est formée en partie par les muscles, ou une substance musculaire : ces muscles sont liés aux écailles qu'ils rendent mobiles, surtout aux grandes écailles placées sous le corps.

§ LXV.

Enfin, je devois rechercher l'effet de la chair pour-

rissante et pourrie des couleuvres sur l'air, pour finir l'histoire des rapports de ces reptiles avec lui.

Je mis un morceau de la chair d'une couleuvre, qui manifestoit un principe de putréfaction, dans un petit flacon contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, le flacon étoit fermé par un bouchon usé à l'émeri. Je mis ensuite de la même manière et avec la même quantité d'air un morceau égal de chair de couleuvre tout-à-fait corrompue dans un flacon semblable au premier: ces morceaux de chair avoient été pris sur le dos de la couleuvre, en laissant celle qui recouvroit les vertèbres; j'abandonnai ces deux appareils ainsi disposés pendant 24 heures.

Je voulois voir si la couleuvre qui commençoit à se corrompre absorberoit autant d'air que celle qui étoit la plus corrompue. Je fis l'essai de l'air où ces chairs de couleuvres avoient été placées.

La chair de la couleuvre qui manifestoit un *principe de corruption* absorba 11° de gaz oxygène et produisit 17° d'acide carbonique et 6° d'azote; lorsque je débouchai le flacon l'air en sortit avec force et l'odeur de la chair étoit devenue plus mauvaise.

La chair de la couleuvre *tout à fait pourrie* avoit absorbé 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 13° d'acide carbonique et 3° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Ainsi quoique toutes les circonstances eussent été parfaitement semblables, il résulte de cette expérience que la chair de couleuvre tout-à-fait pourrie influe moins sur l'air pour l'altérer que celle qui commence à se pourrir.

§ LXVI.

Mais si tel est l'effet de la chair pourrissante et pourrie dans l'air commun, il étoit bien nécessaire de rechercher celui que la chair de couleuvre produiroit alors sur les autres gaz ; de cette manière on pourroit juger l'influence des gaz absorbés par cette chair, et connoître ceux qui pourroient se former dans la chair elle-même, indépendamment de toute action du gaz oxygène.

§ LXVII.

Pour faire ces expériences, je pris trois flacons fermés avec des bouchons usés à l'émeri. Je mis dans l'un d'eux que je remplis de gaz azote le foie, le poumon, le cœur, la rate et la graisse blanche recouvrant les intestins d'une couleuvre, avec les intestins eux-mêmes ; la couleuvre avoit été tuée sur le moment.

Dans un autre flacon plein d'acide carbonique je mis un filet de chair de la même couleuvre pris sur l'épine du dos.

Enfin dans le troisième flacon plein de gaz hydrogène je mis un filet de chair de la même couleuvre semblable et égal en poids au précédent.

Je laissai ces trois flacons, ainsi disposés et renversés sur leur cols, dans l'eau pendant 7 jours, ils furent placés sur mon fourneau que l'on chauffoit tous les jours.

Quel fut l'effet de ces gaz sur ces substances ?

La chair de couleuvre *du flacon plein d'acide carbonique* produisit une lame d'eau de 1,35 centimètre, ou d'un demi-pouce ; cette eau étoit rou-

geâtre ; elle fut sans doute un reste de celle du flacon lorsque je le remplis d'acide carbonique. La chair avoit conservé sa couleur vermeille et paroissoit parfaitement saine.

Les substances du *premier flacon plein de gaz azote*, c'est-à-dire, les intestins de la couleuvre, etc. étoient presque sous l'eau produite par ces substances, je l'ai vue sortir dans les premiers jours, surtout quand le fourneau étoit chaud.

J'ai vu de même cette eau sortir de la chair de couleuvre qui étoit *dans le flacon plein de gaz hydrogène ;* cependant comme il y avoit très-peu d'eau, il est bien possible que l'acide carbonique mis dans son flacon comme le gaz hydrogène dans le sien, aient contribué à sa production, et que mon explication précédente de sa production ne soit pas fondée. La chair dans le gaz hydrogène m'a paru conserver sa couleur et sa consistance naturelle.

L'eau qui se trouve dans les deux flacons pleins des gaz azote et hydrogène est troublée, elle a une odeur désagréable et piquante, mais l'eau du flacon plein d'acide carbonique n'a point cette odeur. Il faut donc que dans les deux premiers il se soit manifesté un principe de putréfaction qui n'est pas dans celui qui est plein d'acide carbonique : ces effluves odorans s'échappoient au travers des bouchons des deux premiers flacons, et il n'en passa point au travers de l'autre, sans doute l'antisepticité de l'acide carbonique en fut la cause.

Je renouvelai l'eau dans laquelle reposoient les cols des trois flacons, pour voir si elle se troubleroit.

Il ne s'étoit point fait de changement dans ce que je viens de raconter jusqu'à ce septième jour ; alors je remarquai que l'eau dans laquelle reposoit le flacon où étoient les intestins de la couleuvre, etc. étoit devenue semblable par sa rougeur à celle dans laquelle on a lavé la chair des animaux, et même que sa rougeur y étoit plus grande ; cette eau étoit devenue puante, je la renouvelai, et au bout de deux heures elle redevint ce qu'elle avoit été ; je la renouvelai encore, mais elle se gâta de nouveau ; il ne s'est pourtant échappé aucun gaz. La masse des intestins s'affaissoit et l'eau y augmentoit. Il me paroît donc que la sortie de cette matière hors du flacon est produite par un grand développement d'air ou de gaz dans le flacon qui force les parties les plus subtiles contenues dans le flacon à se filtrer au travers des jointures du bouchon, où la résistance est moindre. Quant aux deux autres flacons, à la réserve du léger brouillard dans l'eau sur laquelle reposent leurs cols, il n'y a rien eu de nouveau, elle a pourtant pris une odeur un peu mauvaise.

Enfin les intestins etc. sont réduits à une espèce de bouillie, ce que l'on n'observe point dans les deux autres flacons.

Je laissai ces trois flacons sur mon fourneau pendant sept autres jours, je crus l'expérience assez longue, et je procédai pour en avoir les résultats.

Le flacon du *gaz azote* où étoit les intestins de la couleuvre, fut le premier soumis à l'essai ; quand je l'ouvris sous l'eau de manière à recevoir l'air qui en sortiroit, il s'échappa avec le bruit d'un petit pistolet

que l'on décharge; j'en eus 189,25 centimètres cubes, ou 9 pouces $\frac{1}{2}$ cubes, quoique le vide du flacon fût seulement de 59,64 centimètres cubes, ou de 2 pouces cubes. La puanteur de ce gaz fut insupportable. Les intestins réduits en bouillie avoient une puanteur aussi atroce.

Je dégageai l'azote de *l'acide carbonique* qu'il contenoit; mais je ne trouvai pas ce gaz pur; en approchant une bougie allumée de ce gaz il parut une flamme très-légère qui s'éteignit bientôt.

Il résulte donc de là, que les parties animales se pourrissent dans le gaz azote, qu'elles produisent ce gaz en pourrissant avec beaucoup d'acide carbonique et un peu de gaz hydrogène.

Quand je débouchai le flacon *du gaz hydrogène*, il se fit un bruit un peu moindre qu'à l'ouverture du flacon précédent; je ne recueillis que 99,08 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes d'air, quoique le flacon ne pût en contenir que deux, l'eau de chaux dans l'expérience faite avec le gaz azote avoit absorbé 47°; dans le gaz hydrogène je n'en trouvai que 57°; mais l'odeur fut aussi atroce; le résidu n'étoit que le gaz hydrogène mêlé avec l'azote, il détonna foiblement et brûla mal.

Enfin j'ouvris le troisième flacon *du gaz acide carbonique*, il fit peu de bruit, la quantité du gaz ne s'étoit accrue que de 29,71 centimètres cubes, ou d'un pouce $\frac{1}{2}$ cube, après le lavage dans l'eau de chaux; je trouvai 93° d'acide carbonique et les 7 autres sont probablement le gaz azote toujours mêlé avec le gaz hydrogène produit; il est incertain si cet

azote s'est formé pendant l'expérience. L'odeur de la chair étoit un peu désagréable, mais la chair n'étoit pas pourrie, elle avoit seulement perdu la rougeur.

Il résulte de ces expériences, que la quantité d'azote produit a été plus grande dans le gaz azote, moindre dans le gaz hydrogène, et bien moindre encore dans le gaz acide carbonique. On voit clairement que ce composé de gaz est formé par le gaz acide carbonique, l'azote et un peu d'hydrogène, mais on doit surtout observer la grande antisepticité du gaz acide carbonique.

§ LXVIII.

Toutes ces expériences sur les couleuvres à collier apprennent : 1.° Quel est le lieu où l'on peut trouver les couleuvres à collier pendant l'hiver ;

2.° Qu'il y a probablement une circulation du sang entre les œufs et la mère ;

3.° Qu'il faut ajouter quelque chose aux descriptions de Linné et de M.r de La Cépède ;

4.° Que cette couleuvre absorbe le gaz oxygène et produit l'acide carbonique ;

5.° Qu'elle périt sous l'eau quand elle ne peut pas venir respirer l'air à la surface ;

6.° Qu'elle périt aussi dans le gaz hydrogène ; mais au bout d'un temps assez long ;

7.° Qu'elle peut vivre quelque temps aux dépens de l'air renfermé dans son grand poumon ;

8.° Que l'air s'altère dans son poumon quand il y est renfermé ;

9.° Que l'eau n'entre point dans le poumon des couleuvres submergées ;

10.° Que lorsqu'on leur lie la trachée artère, elles périssent précisément dans le même temps que lorsqu'on les tient sous l'eau ou dans le gaz hydrogène ;

11.° Que les couleuvres à qui l'on coupe la trachée artère ne donnent point d'acide carbonique quand la ligature est faite au dessous de la section, mais qu'il y en a lorsque la ligature est au dessus et que à l'air libre les premières vivent beaucoup moins long-temps que les secondes ;

12.° Que la chaleur intérieure de cette espèce de couleuvres est celle de l'air extérieur ;

13.° Qu'elles gèlent à — 3° du thermomètre ;

14.° Qu'un froid plus vif que celui qui les avoit rendues immobiles les réveille quelquefois ;

15.° Que le froid diminue leur respiration et les battemens du cœur ;

16.° Que dans leur léthargie le cœur ne bat que rarement, et peut-être point sensiblement, et qu'il peut battre sans ranimer la respiration ; qu'elles altèrent alors très-peu l'air ;

17.° Que le sang des couleuvres rougit à l'air et dans le gaz oxygène ;

18°. Qu'elles absorbent le gaz oxygène après leur mort et produisent l'acide carbonique et l'azote ;

19°. Que la peau absorbe le gaz oxygène et produit l'acide carbonique, et surtout le côté qui est à l'extérieur de leur corps ;

20.° Que leur chair qui commence à se pourrir gâte plus l'air que la chair tout-à-fait pourrie, et que leur chair mise dans les gaz acide carbonique hydrogène et azote produit beaucoup de gaz acide carbonique, moins de gaz azote et très-peu de gaz hydrogène.

CHAPITRE II.

Sur la Couleuvre commune.

§ LXIX.

J'ai répété sur la couleuvre commune toutes les expériences que j'ai faites sur la couleuvre à collier; les résultats ont été toujours parallèles, quoiqu'ils n'aient pas toujours été parfaitement semblables; aussi pour éviter des répétitions inutiles, ou pour ne pas dépeindre des faits qui ne présenteroient que des idées légèrement modifiées par la nature des animaux qui ont toujours quelques variétés, je passerai sous silence toutes ces expériences, ou si j'en rappelle quelques-unes, je me bornerai à raconter leurs différences sans entrer dans des détails qui seroient plus fastidieux qu'instructifs.

§ LXX.

La couleuvre dont je vais m'occuper m'a paru celle que M. de La Cépède appelle la *couleuvre verte et jaune*, ou *la commune*; au moins il y a quelques caractères communs entre le serpent décrit sous ce nom par ce célèbre naturaliste, et celui que j'ai employé dans mes expériences; il est appelé *milo* dans notre pays. Cependant, les caractères de cette couleuvre pourroient convenir à la couleuvre à collier, dont j'ai déjà beaucoup parlé. Il est pourtant possible que mon *milo* soit une variété de la couleuvre commune, aussi je ferai remarquer les différences que j'ai cru apercevoir entre la couleuvre commune de M. de La Cépède, et mon

milo, à qui je laisserai pourtant le nom donné par le zoologiste célèbre qui a été le continuateur de l'illustre Buffon.

M. de La Cépéde dit, que les yeux de la couleuvre commune sont bordés d'écailles jaunâtres et presque couleur d'or. Dans ma couleuvre, l'iris est bien coloré par une couleur d'or, mais les écailles qui environnent l'œil sont blanches.

M. de La Cépéde dit, que les mâchoires dont le contour est arrondi sont garnies de grandes écailles, d'un jaune plus ou moins pâle, au nombre de 17 sur la mâchoire supérieure, et de 20 sur la mâchoire inférieure; mais la couleur des écailles de ma couleuvre que j'ai sous les yeux n'est pas jaune pâle, elle est blanche; je trouve bien le même nombre d'écailles autour des mâchoires, et si la partie supérieure de la tête de cette couleuvre a quatre grandes écailles disposées en quatre ordres, la couleuvre à collier a le même caractère.

M. de La Cépéde peint le dessus du corps de cette couleuvre, depuis le bout du museau jusqu'à la queue, en noir, ou en une couleur verdâtre très-foncée, sur laquelle on voit s'étendre, d'un bout à l'autre, un grand nombre de raies, composées de petites tâches jaunâtres de diverses formes; les unes alongées, les autres en losange, et un peu plus grandes vers les côtés que vers le milieu du dos. Dans ma couleuvre, la couleur de la partie du corps est grise, mais la couleur ne décide rien. Les raies représentées dans les figures de l'histoire des serpens, ne se trouvent point dans ma couleuvre, au moins

dans la partie supérieure; je trouverois ces raies dans plus d'une moitié de la partie inférieure, et cette différence m'a paru remarquable dans la figure dont je viens de parler.

Les écailles de la partie supérieure du corps sont toutes en losange, elles sont un peu plus grandes dans les côtés qu'au milieu du dos.

M. de La Cépède représente le ventre coloré d'une couleur jaunâtre; chacune des grandes plaques qui le couvrent présente un point noir à ses deux bouts; elle est bordée par une très-petite ligne noire; mais dans ma couleuvre il n'y a ni points noirs, ni lignes noires, la couleur est d'un blanc jaunâtre.

Avec ces différences peu importantes entre la couleuvre commune de M. de La Cépède et la mienne, je trouve pourtant entr'elles de grandes ressemblances, comme dans leur longueur et leur diamètre; dans le nombre des écailles qui les recouvrent, quoiqu'il ne soit pas le même rigoureusement; mais on sait bien que le caractère tiré des écailles est extrêmement variable dans les serpens, et qu'il n'offre rien de parfaitement sûr.

Je conclus pourtant, malgré ces différences, que l'espèce des serpens observée par M. de La Cépède, et celle que j'ai sous les yeux est probablement la même; mais qui ignore l'influence du climat et de mille circonstances particulières sur les couleurs et les formes extérieures des animaux de tout genre?

§ LXXI.

Je passe à présent aux habitudes de la couleuvre

commune. M. de La Cépéde apprend que ce serpent peut vivre très-long-temps sans prendre de la nourriture. Je l'ai vu de même pour mes couleuvres dans une température assez élevée, les autres serpens font observer le même phénomène, et M. de La Cépéde l'a bien remarqué.

Cette couleuvre se tient toujours cachée, dit M. de La Cépéde; elle cherche à fuir lorsqu'on la découvre, et non-seulement on peut la saisir sans redouter le poison dont elle n'est jamais infectée, mais même sans éprouver d'autre résistance que quelques efforts qu'elle fait pour s'échapper. Il est bien vrai que ma couleuvre est sans venin, mais il est vrai aussi que lorsque l'on veut la prendre, elle s'élance avec la partie antérieure du corps vers la main qui cherche à la saisir, et qu'elle la mord jusqu'au sang, comme je l'ai éprouvé plusieurs fois, ce qui arrive surtout quand la couleuvre vient d'être prise et qu'elle est encore très-vigoureuse, alors elle fait toujours entendre son sifflement.

M. de La Cépéde apprend que dans les pays froids cette couleuvre se cache sous terre quand l'automne est avancée. Je l'ai observé de même.

Quand cette couleuvre commence à se montrer au printemps, elle se tient au soleil roulée sur elle-même, elle forme alors un rouleau, sa tête est au-dessus du corps, il est alors très-facile de la prendre, mais quand la chaleur augmente elle ne se tient plus roulée, elle s'étend au soleil, elle devient très-agile et très-difficile à saisir. Les jeunes gens qui chassent ces couleuvres cherchent à les prendre par le col pour éviter leurs morsures.

Quand on passe à côté de ces couleuvres, elle ne bougent pas; mais si on les moleste, elles s'élancent avec rapidité sur l'agresseur; elles se dressent alors sur la moitié de leur corps, elles s'avancent en soufflant avec la bouche ouverte, et quand elles sont animées par la chaleur, elles font un saut: quoique leurs morsures ne soient pas dangereuses, elles piquent bien avec leurs dents, et le sang coule hors de la plaie qu'elles ont faite.

Les couleuvres habitent des trous qu'elles savent se préparer; on n'en trouve qu'une dans chaque trou, et quelquefois deux; elles s'y retirent pendant la nuit et elles y fuient quand on les poursuit.

Leurs trous sont irréguliers, et la nourriture de la couleuvre dont je parle est la même que celle des vipères et des autres couleuvres.

§ LXXII.

La langue de la couleuvre commune ressemble à celle de la couleuvre à collier que j'ai décrite § VII. Les observations que j'ai faites sur les yeux de la couleuvre à collier se rapportent à celles qu'offrent les yeux de la couleuvre commune, § VIII.

§ LXXIII.

Je mis une grosse couleuvre commune sous un récipient fermé par l'eau, elle y resta 18 heures, je la trouvai morte, elle avoit absorbé 18° de gaz oxygène, elle y périt quoiqu'elle eût encore 2° de gaz oxygène à absorber.

§ LXXIV.

Je coupai la trachée artère à plusieurs grosses couleuvres communes, et je remarquai qu'elles ne sifloient plus après l'opération. Je pris alors une couleuvre saine, je la tins doucement par le col, alors je sentis, quand elle siffloit, le choc de l'air qui s'échappoit dans la bouche, et l'on sent vraiment l'air qui en sort en opposant la main à la bouche de la couleuvre lorsqu'elle siffle.

§ LXXV.

J'ai vu souvent que l'ouverture du canal de la trachée artère, dans cette couleuvre comme dans celle à collier, et dans la vipère, est au-dedans de la mandibule inférieure de ces serpens, et qu'elle est à peine placée sous le point d'où sort leur langue noire.

L'ouverture de la trachée artère est elliptique, le grand axe de l'ellipse est dans la direction de la gorge; le reptile l'élargit ou la rétrécit, ou la ferme à sa volonté, il exécute même tout cela quelque temps après qu'il a eu la tête coupée. Ce canal étendu fait saillie hors du plan intérieur de la mandibule.

§ LXXVI.

J'avois une très-grosse couleuvre commune, je m'en servis pour étudier avec plus de soin les organes respirateurs de ces animaux.

Je vis bien que la trachée artère s'élargissoit immédiatement sous le cœur, où elle formoit en se prolongeant un canal charnu; que la longueur de

la trachée artère étoit de 1,25 décimètre, ou de 4 pouces et 7 lignes; que celle du canal charnu étoit de 1,21 décimètre, ou de 4 pouces $\frac{1}{2}$; enfin que la longeur du canal large, membraneux, mince et transparent, qui est le prolongement du canal charnu, étoit de 5,84 décimètres, ou d'un pied 9 pouces 7 lignes, qui se terminoit par une forme conique, et que jusques à son extrémité, il étoit toujours très-mince, transparent et membraneux.

Ce canal charnu, qui est fort grand, me fournit les moyens d'examiner son intérieur; son épaisseur a 1,50 millimètre, ou les $\frac{2}{3}$ d'une ligne, et il m'a paru composé de petites cellules ovales.

Ces cellules du canal charnu, que j'ai observées sur un poumon frais et sur un poumon qui avoit été deux jours sous l'eau, m'ont paru semblables dans les deux espèces de couleuvres dont je me suis occupé; elles offrent de petits vides, et elles sont placées à la surface du canal.

Quand on a enlevé l'organe respirateur qui s'implante sous le cœur, à l'extrémité de la trachée artère, on voit celle-ci finir sous la pointe inférieure du cœur regardant la queue du reptile; c'est là que la trachée artère s'ouvre dans le canal charnu, qui est assez gros et qui est composé de petites cellules; la plupart d'entr'elles sont pentagones; ces cellules sont très-semblables dans les deux espèces de couleuvres. Je remarquai seulement qu'après avoir exposé sous l'eau pendant 4 heures le canal charnu de la couleuvre commune dont je parle ici, elle y perdit sa couleur rouge; je vis aussi que les petits creux que j'avois remarqués

dans celle-ci sont beaucoup plus petits que dans la couleuvre à collier dont j'ai parlé dans le chapitre précédent; qu'ils se terminent dans l'épaisseur du canal charnu; qu'ils semblent placés très-près les uns des autres, et rangés de manière qu'ils paroissent former des lignes transversales : ceci pourroit donner un nouveau caractère pour distinguer la couleuvre à collier de la couleuvre commune.

Le reste de mes observations sur la couleuvre commune est trop rapproché de ce que j'ai dit sur la couleuvre à collier, pour m'y arrêter davantage, au moins relativement aux organes respirateurs.

§ LXXVII.

Je trouvai dans le corps d'une de mes couleuvres communes onze œufs, à-peu-près également gros; leur longueur étoit de 5,4 centimètres, ou de 2 pouces, leur largeur la plus grande étoit de 3,15 centimètres, ou de 26 lignes; ils étoient couverts de vaisseaux sanguins, décrivant en rouge des arabesques sur le fond blanc de l'œuf.

Les œufs sont disposés, dans le corps, en forme de couronne.

La membrane qui recouvre l'œuf est assez forte. Cette enveloppe membraneuse, est pleine d'une matière jaunâtre un peu visqueuse, assez dense et gluante. Je n'y vis pas une apparence d'embrion; mais ces œufs que j'examinai le 20 Juin ne devoient être pondus qu'au mois d'Août.

Ces œufs offriroient-ils les mêmes rapports avec l'air que ceux des poules, dont j'ai parlé dans le pre-

mier volume de ces Mémoires, I.er Mém., § LXXIV et suivans? Il falloit soumettre cette recherche à l'expérience.

Je pris deux tubes, je plaçai un œuf de cette couleuvre sous chacun, je fis entrer dans l'un d'eux 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun; je fis entrer dans l'autre la même quantité de gaz oxygène, les deux tubes étoient fermés par le mercure; je laissai ces deux appareils pendant 20 heures.

L'œuf absorba dans l'*air commun* 11° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique. L'œuf de poule, dans le même temps, y absorba moins de gaz oxygène.

L'œuf absorba dans *le gaz oxygène* 11° de ce gaz, et produisit 14° d'acide carbonique.

La membrane de ces œufs est luisante, opaque, assez épaisse; en l'observant avec une forte lentille, je n'ai pas pu y distinguer des pores.

§ LXXVIII.

Entre toutes les expériences que j'ai faites afin d'établir la nécessité du gaz oxygène pour la respiration des couleuvres, et pour démontrer l'absorption de ce gaz faite dans leur poumon lorsque l'air y est renfermé, je crois que celle-ci doit être comptée parmi les plus concluantes.

Je pris deux couleuvres communes d'une grandeur égale, d'une vigueur pareille; j'en tins une plongée sous l'eau, et je liai à l'autre la trachée artère de manière que l'air ne pût y passer.

Celle qui étoit plongée sous l'eau avoit la plus grande

partie de son corps en liberté; elle se débattit d'abord avec violence, mais le poids attaché à son col, sans gêner le jeu de la trachée artère, l'empêchoit de venir respirer l'air à la surface de l'eau.

Je laissai dans ma chambre la couleuvre *qui avoit la trachée artère liée*, elle commença à ramper avec vîtesse, mais son mouvement se ralentit bientôt, et il s'arrêta ensuite tout-à-fait; elle voulut ensuite recommencer sa course, mais elle ne put faire un pas; elle éleva la tête et le col, le reste du corps fut immobile; alors elle ouvrit la bouche autant qu'elle put, et elle périt au bout d'une demi-heure; je la piquai, je la tourmentai sans qu'elle donnât aucun signe de vie, seulement la queue se tordoit encore, et elle se tordit de même quand je l'eus séparée du corps; alors je coupai la tête à cette couleuvre, et en comprimant ce reptile mutilé sous l'eau, je fis sortir l'air renfermé dans son poumon : j'en recueillis 9,90 centimètres cubes, ou un demi-pouce cube, j'y trouvai un seul degré de gaz oxygène, il y en eut donc 19 d'absorbé par le poumon avec 5° d'acide carbonique produit, le reste étoit du gaz azote.

Il s'étoit donc formé une quantité d'acide carbonique bien petite, elle auroit été, sans doute, incapable de causer la mort de la couleuvre, mais l'absorption du gaz oxygène fut considérable, et c'est sûrement à cette absorption qu'il faut attribuer la mort de la couleuvre, parce qu'il n'y en eut pas du nouveau à prendre quand celui qui étoit d'abord dans le poumon fut absorbé; il y en restoit pourtant une très-petite partie, mais elle ne fut pas suffisante pour alimenter la vie de l'animal.

L'autre couleuvre *plongée sous l'eau* vécut $\frac{3}{4}$ d'heure de plus, je fis sortir l'air de son poumon, par le moyen employé pour avoir celui de la précédente, et je m'aperçus qu'elle n'étoit pas tout-à-fait morte. J'obtins 16,98 centimètres cubes, ou les $\frac{6}{7}$ d'un pouce cube d'air, en vidant ainsi le poumon de cette couleuvre; après en avoir fait l'analyse, je trouvai que la couleuvre avoit absorbé 17° de gaz oxygène, ou qu'il en restoit 5° avec 5° d'acide carbonique, le reste étoit l'azote.

§ LXXIX.

Je plongeai sous l'eau une grosse couleuvre commune, elle laissa échapper par la bouche quelques bulles d'air, au bout de 11 minutes de séjour au fond de l'eau; j'exprimai sous l'eau l'air contenu dans son poumon; il y en avoit 108,90 centimètres cubes, ou 5 pouces $\frac{1}{2}$ cubes. J'essayai l'air, et je trouvai que cette couleuvre avoit absorbé 10° de gaz oxygène, et qu'elle avoit produit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 5° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Je répétai l'expérience pour m'assurer que ce gaz azote étoit une production bien réelle. Je tins la couleuvre plongée sous l'eau pendant $\frac{3}{4}$ d'heure, elle n'étoit pas morte quand je la retirai, et je vis qu'elle rendoit sous l'eau $\frac{1}{6}$ de l'air qu'elle inspiroit ensuite presqu'entièrement et qu'elle rejetoit pour l'inspirer encore de nouveau; je lui coupai la tête sous l'eau, elle vivoit toujours, je fis sortir de son poumon l'air qui y étoit resté; je l'essayai et je trouvai qu'elle avoit absorbé 11° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et

produit 5° d'acide carbonique et 8° d'azote, de sorte qu'il ne restoit plus que $8^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène; enfin les 8° d'azote étoient véritablement du gaz azote, puisque la bougie allumée ne l'enflamma pas.

§ LXXX.

Dans toutes les circonstances, la couleuvre commune meurt plus tôt que la couleuvre à collier.

§ LXXXI.

J'ai dit que la queue de la couleuvre se mouvoit encore quoique la couleuvre m'eût paru morte, je fis attention à ce phénomène en faisant d'autres expériences.

Je tirai tout le sang d'une couleuvre, son cœur battoit encore une heure après.

Je coupai la tête à une autre couleuvre, je fis écouler tout son sang, et je vis bien que, lorsque la plus grande partie de son corps du côté de la tête étoit devenue immobile, la queue se mouvoit toujours en commençant par la pointe; que le mouvement s'étendoit à 3,25 décimètres, ou 1 pied et même au-delà au-dessus de la pointe de la queue; enfin, que les mouvemens s'affoiblissoient d'abord dans les parties qui étoient les plus éloignées de la queue.

§ LXXXII.

Je mis une *couleuvre vivante* sous un récipient contenant 277,43 centimètres cubes, ou 14 pouces cubes d'air commun, fermé par l'eau, elle y resta 18 heures; elle vivoit encore au bout de ce temps-là; j'essayai l'air, et je trouvai qu'elle avoit absorbé 18° de gaz oxygène.

Je mis cette même couleuvre, après l'avoir *tuée*, sous le même récipient avec la même quantité d'air commun, et je la laissai pendant 24 heures; elle absorba 10° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique; la première en avoit produit 5°.

§ LXXXIII.

La chair de ces serpens absorbe plus de gaz oxygène, dans le même temps et à la même température, qu'un volume égal de sang, et chacun d'eux absorbe plus de gaz oxygène pur qu'il n'en absorbe dans l'air commun.

Le volume du sang d'une grosse couleuvre que je fis entrer dans un tube contenant 20,49 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz oxygène, étoit de 26,41 centimètres cubes, ou d'un pouce $\frac{1}{3}$ cube. Je mis sous un autre tube contenant la même quantité de gaz oxygène, un volume d'un pouce $\frac{1}{3}$ cube de la chair de la couleuvre; ces deux récipiens furent fermés par le mercure, et je laissai les deux appareils pendant 20 heures.

J'essayai le gaz oxygène et je trouvai que le *sang* avoit absorbé 6° et produit 5° d'acide carbonique.

La *chair* absorba 46° de gaz oxygène, et produisit 17° d'acide carbonique.

§ LXXXIV.

Je mis la tête de cette grosse couleuvre sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure, elle y resta 24 heures.

Il y eut 19° de gaz oxygène absorbé, et 14° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique produit avec 4° $\frac{1}{3}$ d'azote; cette tête ne sentoit pas mauvais.

§ LXXXV.

Enfin, je voulois voir l'influence du temps sur l'absorption du gaz oxygène par la chair de cette couleuvre exposée à son action.

Je pris deux morceaux de la chair de cette couleuvre, morte depuis deux jours et qui ne sentoit pas mauvais, je les mis sous un tube fermé par le mercure, et contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, je les laissai dans cet état pendant 24 heures.

Après avoir essayé l'air où ces morceaux de chair avoient été, je trouvai qu'ils avoient absorbé 19° de gaz oxygène et produit 6° $\frac{1}{4}$ d'acide carboniqne avec 4° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Je remis ces mêmes morceaux de la même manière dans la même quantité d'air commun, et je les laissai pendant 24 heures; ils absorbèrent 19° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique et 11° d'azote.

L'absorption du gaz oxygène est grande, parce que la putréfaction se manifeste toujours davantage, et l'azote augmente parce que la désorganisation de la chair s'accroît.

§ LXXXVI.

Il résulte de ces expériences sur la couleuvre commune :

1°, Que la couleuvre commune offre, relativement

à l'absorption du gaz oxygène, à la production des gaz acide carbonique et azote, et à l'impression léthargique du froid, les mêmes rapports que la couleuvre à collier;

2°. Que son sifflement est produit par l'air qui s'échappe de la trachée artère;

3°. Que les œufs de cette couleuvre absorbent le gaz oxygène comme les œufs des oiseaux;

4°. Que cette couleuvre produit beaucoup d'azote;

5°. Que la queue des couleuvres donne des apparences de vie quand les autres parties sont mortes;

6°. Que la couleuvre commune meurt plus tôt que la couleuvre à collier.

7°. Que la chair des couleuvres absorbe plus de gaz oxygène qu'un volume égal de sang dans le même temps.

CHAPITRE V.

De la Vipère.

§ LXXXVII.

Voici un autre genre de serpens qui méritoit bien l'attention du naturaliste et du physiologiste; ses qualités vénéneuses lui font soupçonner une organisation particulière, qui pouvoit lui faire supposer d'autres rapports, et comme ces rapports différens pouvoient influer sur la respiration de ces reptiles ou sur l'action qu'ils exercent sur l'air, il falloit encore entreprendre des expériences sur eux, quoiqu'elles ne soient pas sans danger.

§ LXXXVIII.

J'ai appris d'un homme accoutumé à chercher les vipères, qu'on les trouve comme les couleuvres communes dans les bois d'Oltrepo et ailleurs dans les environs, pourvu que la terre ne soit pas couverte d'une grande quantité de neige. Il me disoit, qu'elles ont coutume de sortir de leurs trous pour se mettre au soleil, mais qu'elles sont alors fort engourdies, qu'elles ne fuient point quand on cherche à les prendre, ou que leur fuite est alors très-lente. Il ajoutoit que les vipères s'éveillent à mesure que la chaleur augmente; qu'on les prend alors plus difficilement, et qu'elles se réfugient au premier bruit dans leurs retraites; enfin que lorsque la chaleur est très-forte, comme dans le mois de Juillet, on ne peut les surprendre qu'avec la plus grande peine, parce qu'au moindre mouvement des herbes, ou lorsqu'elles aperçoivent quelque chose de nouveau, elles se sauvent avec une très-grande rapidité dans leur asile.

§ LXXXIX.

La retraite des vipères est un trou dont l'ouverture est un peu plus grande que le diamètre du corps du serpent qui y entre; sa profondeur est environ de 4,87 décimètres, ou de 6,49 décimètres, ou bien d'un pied et demi ou deux pieds, il est tortueux, ces trous sont pour l'ordinaire placés vers les racines des arbres.

Chaque vipère, chaque couleuvre commune a son trou particulier, où elle se retire quand elle peut; cependant Ballérino, ce chasseur habile de vipères a trouvé réunis dans le même trou deux ou trois de

ces serpens ; on en rencontre souvent plusieurs ensemble au soleil.

Quelquefois on surprend pendant l'été les vipères et les couleuvres communes dans leurs trous quand ils sont peu profonds.

On prend plus facilement les vipères et les couleuvres communes pendant l'été après la pluie, parce qu'elles paroissent se plaire à jouir de la fraîcheur de l'air.

§ XC.

La vipère est naturellement paresseuse; lorsqu'on cherche à la prendre avec les pinces, et qu'elle n'a n'a pas eu le temps de s'échapper, elle ne fuit pas, mais elle mord l'instrument qui la saisit : au lieu que la couleuvre commune s'élance sur le chasseur, saute au visage, et le blesse jusqu'au sang, mais sa morsure est innocente.

Ballerino a vu les vipères accouplées, elles s'entortillent alors entr'elles.

Les vipères se nourrissent de lézards, de grenouilles, de crapauds et de rats, lorsqu'elles peuvent les surprendre.

§ XCI.

Comment se comportent les vipères privées de la vue? Cette question devoit être résolue, puisqu'il est presque douteux que ces serpens se servent de leurs yeux pour se diriger ; au moins quand la vipère est en liberté, et quand on la force à se mouvoir, elle s'écarte quelquefois des obstacles qu'elle rencontre sur son chemin, mais aussi on la voit souvent se heurter la tête contr'eux. Voici pourtant une expé-

rience qui prouve que la vipère se sert de ses yeux pour se diriger. Quand la vipère est arrêtée, si l'on approche un corps de sa tête, on voit la vipère se retirer en arrière lorsque le corps est très-voisin d'elle, et continuer sa retraite lorsque l'on continue d'approcher d'elle le corps qui a commencé de la faire reculer. Je pensai pourtant que la compression de l'air sur la vipère pouvoit produire cet effet; mais ayant soufflé sur elle avec un petit soufflet, elle ne bougea pas, ce qui me persuada que la compression de l'air n'étoit pas la cause de son recul, et que la crainte du choc de l'obstacle, l'avoit déterminée à fuir; par conséquent je vis qu'elle avoit distingué l'obstacle qu'elle fuyoit. Enfin j'aveuglai cette vipère, qui ne recula plus quand j'approchai de sa tête le même obstacle. Il paroît donc de là que la vipère voyante avoit vu l'obstacle, et que la vipère aveugle est bien loin de se comporter comme les chauve-souris aveuglées.

§ XCII.

Je mis une vipère sous un récipient fermé par l'eau; elle vivoit encore au bout de 48 heures, mais sa vie étoit bien foible; l'air où elle avoit été enfermée éteignit une petite bougie allumée; l'eau de chaux y forma un précipité abondant, et la teinture de tournesol y rougit; ce qui démontre la diminution du gaz oxygène, et la formation abondante de l'acide carbonique.

§ XCIII.

Je coupai la tête à une vipère d'une grandeur

moyenne; je la laissai mourir, je l'écorchai, et je trouvai le poumon encore un peu gonflé, je l'examinai avec soin, il me parut parfaitement semblable à celui des couleuvres; il me sembla seulement différer par la trachée artère, et son insertion dans le poumon proprement dit. La trachée artère jusques au-dessous du cœur est toujours le même organe; mais en la voyant par dehors, elle se dilate et forme un canal cellulaire avant d'arriver à l'insertion; on le voit mieux en ouvrant longitudinalement la trachée artère quand elle arrive à ce canal cellulaire; alors cette trachée artère est formée par des anneaux cartilagineux, et elle continue sous cette forme avec la partie cellulaire, de manière que ce canal où l'air passe est en partie cartilagineux et en partie membrano-cellulaire.

§ XCIV.

Je coupai la trachée artère à une vipère et je renfermai cette vipère mutilée sous un petit récipient fermé par l'eau; j'en plaçai une autre intacte sous un autre récipient de la même capacité que le premier, et fermé de même.

Je trouvai les deux vipères vivantes au bout de 66 heures; mais l'air de ces récipiens troubla l'eau de chaux, rougit la teinture de tournesol, ce qui prouve une abondante production d'acide carbonique.

La vipère intacte vivoit encore au bout de 84 heures, celle qui avoit eu la trachée artère coupée me parut morte.

§ XCV.

Les rapports des vipères avec les couleuvres sur la

respiration m'ont paru trop semblables pour faire des recherches qui n'auroient été qu'une répétition de tout ce que j'ai déjà raconté, et cette répétition seroit devenue inutile parce qu'elle n'auroit rien appris; aussi j'ai abandonné cet objet pour m'occuper plus particulièrement de la léthargie de ce reptile.

§ XCVI.

Je mis trois vipères sur le terrain pendant que la température de l'air étoit de 3°. Elles y devinrent à demi-léthargiques, tiroient lentement la langue, la tenoient un peu hors de la bouche, élevoient la tête, tordoient le corps à droite et à gauche, et faisoient quelques pas lorsqu'on les irritoit, mais rarement elles les prolongeoient; elles ne s'élançoient plus pour blesser ceux qui les tourmentoient, et se bornoient à ouvrir la bouche autant qu'elles pouvoient.

§ XCVII.

Les vipères m'ont paru léthargiques au degré $0\frac{1}{8}$; cependant il y en eut une qui fit alors entendre son sifflement.

Au degré 0 de la température de l'air, ces vipères se réunissent pour former un groupe comme les autres animaux léthargiques, mais dans un froid moindre, elles se séparent et courent ça et là dans leurs caisses.

§ XCVIII.

Pour mieux connoître l'impression du froid sur les vipères, j'en couvris une de beaucoup de neige pendant une heure et demie, le degré de la température atmosphérique étoit de 0°.

J'imaginai qu'en la sortant de là elle seroit complétement léthargique, mais je ne la trouvai point dans cet état; après l'avoir découverte, elle fit lentement quelques pas sur la neige, et après l'avoir renversée sur le dos, elle se remit sur le ventre, mais elle ne chercha point à mordre.

J'ouvris la bouche par force à cette vipère, et j'appliquai la poitrine nue d'un moineau à ses dents canines, je les fis ressortir et je blessai avec elle la poitrine de cet oiseau. Quoique la vipère fût dans cet état de langueur, le moineau périt dans sept minutes. Ce qui prouve bien que le venin de la vipère est également dangereux lorsque le froid engourdit ce reptile. Rhedi avoit déjà fait cette observation.

§ XCIX

J'ai entendu siffler une vipère quoique la température fût à 2°, et quoiqu'elle y eût été exposée pendant toute la nuit; elle faisoit encore quelques pas, elle avoit les yeux ouverts, par conséquent elle n'étoit pas vraiment léthargique.

Je la mis alors sur ma fenêtre sous la neige, la température étoit de $-1^{\circ}\frac{1}{2}$; elle y resta 12 minutes; je vis qu'elle avoit encore un mouvement progressif très-lent, il me parut qu'elle mouvoit sur-tout la partie antérieure de son corps; au moins elle le contournoit toujours, elle n'étoit donc pas complétement léthargique.

Je la laissai encore un quart-d'heure sous la neige à la même température, mais elle continuoit à se mouvoir; 20 minutes après, toujours placée à la

même température et de la même manière, elle élevoit encore la tête et le col sur la tablette de la fenêtre, où elle cherchoit un trou pour se réfugier. Enfin, quoique la température se fût adoucie, et qu'elle ne fût plus que de —1°, la vipère perdit au bout d'une demi-heure une partie du mouvement qui lui étoit resté; elle ne levoit plus la tête; elle ne se remettoit plus sur le ventre quand on l'avoit mise sur le dos; cependant, au bout d'un nouveau quart-d'heure à la température de —1°, elle se mouvoit encore, et après une heure et trois quarts, non-seulement elle n'étoit pas devenue plus léthargique, mais elle s'étoit ranimée, parce que le froid avoit diminué; je lui vis encore élever la tête, et elle avoit les yeux ouverts.

§ C.

Il étoit d'autant plus curieux de savoir à quel degré de froid, les vipères deviennent léthargiques, que M. de La Cépède ne l'avoit pas déterminé.

Je plaçai quatre vipères très-vives dans un cabinet où la température étoit de 5 à 6°; mais le froid augmenta tellement pendant la nuit que la température étoit de $0°\frac{1}{3}$, je les trouvai rassemblées en groupe.

Lorsque je les plaçai pour les mettre en expérience, elles levoient la tête et s'élançoient quoique lentement sur leur proie; mais le matin, elles me parurent immobiles, sifflant cependant encore, levant un peu la tête et faisant de longues expirations; cependant lorsque l'on touchoit leur bouche, elles ne blessoient pas, et ne retiroient pas la tête: quand

on les piquoit elles n'avoient point de mouvement progressif; si on les renversoit sur le dos, elles faisoient de vains efforts pour se mettre sur le ventre. C'est donc un état de léthargie qui est incomplet.

Je retirai ces quatre vipères de cette place froide, et je les mis à la température de 2°; au bout d'une demi-heure elles commencèrent à se mouvoir avec une extrême lenteur, elles souffloient assez fortement, sortoient le filet de leur langue, comme on l'observe dans une chaude température, mais elles ne le lançoient pas avec la même rapidité, elles le sortoient sans le mouvoir, à droite et à gauche, et le retiroient de même.

En les plaçant à une température de 4°, elles se promenèrent dans leurs caisses sans chercher à blesser: je leur fis éprouver ensuite une température de 6 à 8°, elles prirent alors plus de vivacité. Enfin à 12°, elles avoient leurs mouvemens plus libres et pleins; lorsqu'on leur touchoit la bouche, elles s'élançoient sur le bâton qui les avoit touché, mais rarement pour le mordre.

Mon chasseur de vipères m'a dit que, pendant l'hiver, un grand nombre de vipères avoit péri, surtout dans les bois, dont la terre est humide; sans doute parce qu'elles y avoient été gelées à une grande profondeur.

§ CI.

J'avois laissé sous la neige une vipère pendant une heure; je voulus savoir quelle étoit la chaleur intérieure de ce reptile.

Je fis un trou dans le corps de la vipère au-dessous du cœur, et j'y plaçai la boule d'un thermomètre; au bout d'une demi-heure de séjour dans la neige après l'observation, je trouvois que le thermomètre indiquoit précisément le point de congélation.

Je transportai alors la vipère dans un lieu où la température étoit de 3°, et au bout d'une demi-heure de séjour dans ce lieu, je trouvai le thermomètre placé dans le corps de la vipère à 3°, de sorte qu'il s'éleva précisément pour montrer la différence de la température du lieu où la vipère avoit été placée.

Il paroît donc que la vipère prend le même degré de chaleur que celui de la température du lieu où elle se trouve.

§ CII.

Enfin, quelle sera l'action de l'air sur la chair des vipères et sur leur peau? Afin de résoudre ces deux questions, comme je l'ai fait pour les couleuvres, je pris quatre tubes contenant chacun 29,71 centimètres, ou 1 pouce et demi cube d'air commun, fermé par le mercure. Je mis dans l'un d'eux un morceau de chair écorchée et sans entrailles; dans un autre, un morceau du même volume cuit dans l'eau; dans le troisième, un morceau de la peau dans son état naturel; et dans le dernier, un morceau semblable de cette peau qui étoit cuite: je laissai ainsi ces quatre tubes pendant 24 heures, et au bout de ce temps-là, je fis l'essai de l'air.

La *chair crue* avoit absorbé $12^{0}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, elle produisit 8° d'acide carbonique, et $2^{0}\frac{1}{2}$ d'azote.

La *chair cuite* absorba 17° de gaz oxygène, et produisit $6°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et $3°\frac{1}{2}$ d'azote.

La *peau crue* absorba $12°\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit $10°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 4° d'azote.

La *peau cuite* absorba 19° de gaz oxygène, et produisit 10° d'acide carbonique.

Il résulte de ces expériences sur les vipères :

1.° Qu'elles absorbent le gaz oxygène par leur respiration, et produisent l'acide carbonique ;

2.° Que les vipères ont la même chaleur que la température du lieu où elles sont placées ;

3.° Qu'elles ne deviennent pas entièrement léthargiques à une basse température ;

4.° Que les vipères mortes absorbent le gaz oxygène, et produisent l'acide carbonique et l'azote, comme leurs fragmens ;

5.° Que la chair et la peau des vipères cuites absorbent plus de gaz oxygène, produisent plus d'acide carbonique que la chair et la peau qui sont crues, et que la peau et la chair crues produisent moins d'azote que la chair crue, mais que la peau cuite n'en produit point.

MÉMOIRE VIII.

Sur les Tortues.

§ I.

La tortue, si remarquable par sa forme, par ses allures, par quelques-unes de ses manières de vivre, ne l'est pas moins par ses rapports avec l'air; il est singulier que l'on n'ait jamais pensé à l'étudier sous ce point de vue; il est vrai qu'il n'est pas toujours facile de s'en procurer; mais il arrive souvent que l'on néglige les êtres que l'on ne voit pas communément, et que l'on craint de se mettre en société avec ceux qui paroissent si différens des autres, ou que l'on ne trouve pas toujours quand on voudroit les avoir. On a disséqué les tortues; M. de La Cépéde en a fait une histoire éloquente, mais on n'avoit point encore approfondi ce qui regardoit la respiration de cet animal. Voici quelques expériences qui n'ont pu être variées autant que le sujet le méritoit, mais elles sont assez curieuses pour croire qu'elles ne seront pas inutiles au progrès de nos connoissances.

§ II.

La tortue dont je parlerai est la tortue terrestre ou la tortue grecque.

§ III.

J'ai appris d'un homme qui cherche les tortues d'eau douce, qu'elles ne se tiennent point dans l'eau pendant l'hiver, mais qu'elles se creusent, dans la

terre mouillée, une petite fosse où elles s'enterrent sous la fange, qui forme sur elles une espèce de couvert; elles vivent alors sous la terre comme les grenouilles.

§ IV.

On dit communément que les tortues renversées sur le dos ne peuvent plus se remettre sur le ventre lorsqu'elles sont placées de cette manière sur un plan égal et poli; mais j'ai vu souvent mes tortues se remettre sur le ventre quand je les avois placées sur le dos, en les posant ainsi sur le plancher de ma chambre, ou sur ma table. Voici le mécanisme qu'elles emploient pour ce redressement, et comme il est toujours le même, on peut croire qu'elles sont faites pour l'exécuter en cas qu'elles soient exposées à l'accident qui leur rendroit ce redressement nécessaire.

Lorsque la tortue est ainsi renversée sur un plan uni, elle alonge la tête, la tourne obliquement, appuie le bout du museau sur le plan, où elle est posée, elle trouve ainsi dans son museau un point d'appui pour tourner la tête; alors elle fait faire à la tête un petit tour, par le moyen duquel tout le corps se plie en bas d'un côté et s'élève de l'autre; de cette manière, on la voit, de renversée qu'elle étoit, redevenir droite. Par ce mécanisme, on lui voit répéter cette opération, quand on le veut, dans un temps très-court et sans un grand effort.

§ V.

Je vais m'occuper à présent des rapports que la

tortue terrestre peut avoir avec l'air. Je renfermai une de ces tortues sous un récipient fermé par l'eau avec 59,45 centimètres, ou 3 pouces cubes d'air commun, je la laissai pendant 14 heures dans cette clôture.

Au moment où elle fut ainsi renfermée, je la vis s'élever sur les parois du vase pour chercher l'air, elle s'y tint avec les pieds, elle y resta pendant tout ce temps sans bouger.

Je la retirai vivante, j'examinai l'air où elle avoit vécu; je trouvai qu'elle avoit absorbé tout le gaz oxygène avec $11^{o}\frac{1}{2}$ d'azote; à moins de supposer que cet azote fût resté dans le poumon de cet animal, et qu'il l'eût rendu en respirant.

La tortue étoit aussi pleine de vie que lorsque je l'enfermai sous ce récipient; il paroît donc qu'elle absorbe tout le gaz oxygène, et qu'elle peut même vivre quelque temps sans avoir du gaz oxygène à respirer.

§ VI.

Je mis cette tortue dans une cuve pleine d'eau, elle y nagea d'abord, puis elle gagna le fond et ne revint point à la surface, mais elle chemina lentement sur le fond de ce vase, et elle y resta de cette manière plusieurs heures. Je l'en retirai plusieurs fois et après l'avoir laissée quelque temps à l'air, je la plongeai de nouveau jusqu'au fond.

A chaque immersion, elle faisoit un gargouillement qui se répétoit à diverses reprises; il étoit important de recueillir l'air qui s'échappoit de la bouche, je la mis pour cela sous un récipient plein d'eau renversé dans l'eau sur son ouverture; alors

quand la tortue avoit rendu deux gorgées d'air, je la retirai de l'eau pour la remettre dans l'air, et quand elle y avoit été quelque temps, je la replaçai dans l'eau sous le récipient où je l'avois mise ; en répétant quelquefois la même manœuvre, j'eus environ 13,20 centimètres cubes, ou les $\frac{2}{3}$ d'un pouce cube d'air qui étoit la quantité propre à remplir un de mes eudiomètres.

J'essayai cet air que la tortue avoit rendu; mais quoiqu'il eût séjourné pendant quelque temps dans son poumon, je ne le trouvai point altéré.

Cette expérience est importante ; elle montre qu'il y a des animaux qui peuvent garder pendant quelque temps l'air dans le poumon sans altérer le gaz oxygène qu'il contient; ce qui explique comment les tortues peuvent vivre quelque temps sous l'eau sans en souffrir; cela est bien différent chez les hommes et les animaux à sang chaud, qui gâtent l'air par une seule inspiration. Ce fait confirme ce que j'ai déjà dit de l'air trouvé dans les poumons des couleuvres vivantes, et ce que je dirai de l'air contenu dans les poumons des salamandres et des grenouilles, quoique dans celles-ci l'air se gâte néanmoins au bout d'un certain temps.

§ VII.

J'ai remarqué une autre singuliarité dans cette tortue; chaque fois que je la retirai de l'eau, il sortoit un petit jet d'eau par son anus, qui duroit pendant quelque temps et qui finissoit; mais quand je plongeai de nouveau la tortue sous l'eau et que je l'en retirai, le jet d'eau reparoissoit.

§ VIII.

Je tins pendant 3 heures $\frac{1}{2}$ sous l'eau une tortue sous un récipient où il y avoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun. Pendant ce temps, la tortue porta quelquefois son museau à la surface de l'eau, et quelquefois elle resta long-temps submergée sans venir à la surface de l'eau, et sans qu'il parût que cela lui fût nécessaire, puisqu'il dépendoit d'elle d'y arriver.

Quand je retirai la tortue de sa clôture, elle étoit parfaitement bien portante. J'essayai l'air et je trouvai qu'il avoit perdu 15° de gaz oxygène et qu'il y avoit 2° d'acide carbonique. Je crois bien que je n'en trouvai pas davantage dans l'air, parce que le récipient étoit fermé par l'eau, et que l'eau avoit absorbé une partie de ce dernier gaz.

§ IX.

J'avois une autre tortue de la même espèce, mais une des plus grandes que l'on puisse trouver, elle n'avoit encore rien voulu manger, quoique ce fût, le 17 avril; je l'avois pourtant environnée d'alimens, et elle me paroissoit extrêmement vive; je fus curieux de connoître l'air qui restoit dans son poumon après l'inspiration. Je la plaçai pour cela sous un récipient plein d'eau et renversé dans l'eau sur son ouverture, j'en retirai par deux fois assez d'air pour en faire l'analyse avec exactitude.

Cet air, examiné avec le plus grand soin, me parut parfaitement semblable à l'air commun; il n'avoit souffert aucune altération dans le poumon de cet animal.

Cette expérience confirme celle du § VI, et montre que l'air resté dans le poumon des tortues vivantes, pendant quelque temps, ne s'y altère pas.

§ X.

J'eus une tortue de la même espèce que la première dont j'ai parlé, elle étoit plus grosse qu'elle, elle avoit été prise dans l'eau au filet, c'étoit le 14 février 1798. Je fus d'abord surpris de cette pêche, mais je revins bientôt de mon étonnement, parce que l'hiver ne pouvoit pas être plus doux dans ce moment.

Je répétai plusieurs fois avec cette tortue l'expérience du § IX; mais je trouvai toujours que l'air rendu par la tortue sous l'eau, étoit parfaitement semblable à l'air commun qu'elle avoit inspiré, et qu'il n'avoit, par conséquent, souffert aucune altération dans le poumon de cet animal.

Je résolus donc de lui faire rendre l'air qu'elle avoit dans le poumon et de la faire passer sous l'eau dans un vase plein de gaz hydrogène, où je la laissai une demi-heure.

Quand elle y fut entrée, elle retira la tête de dessous l'eau, et la tint plongée dans le gaz hydrogène pendant tout ce temps.

Je la retirai alors de ce récipient plein de gaz hydrogène, et je la fis passer sous l'eau, dans un récipient plein d'eau, pour voir si elle rendroit de l'air, mais elle n'en rendit point, quoiqu'elle y eût resté une heure; ce qui me démontra qu'elle n'avoit point inspiré de gaz hydrogène.

Je la remis alors dans l'air quelque temps, je la plongeai sous l'eau, mais elle ne rendit point d'air; sa respiration avoit elle été dérangée par son séjour dans le gaz hydrogène? Je la laissai dans l'air pendant toute la nuit, et elle rendit l'air quand je la plongeai sous l'eau le lendemain matin.

Il est probable que le séjour de cette tortue dans le gaz hydrogène avoit altéré sa constitution, attaqué son poumon, et qu'il fut nécessaire qu'elle restât dans son état naturel pour reprendre sa première manière de respirer.

§ XI.

Dans le mois d'avril, la température étant de 12°, je voulus pousser plus loin cette expérience, et je fus curieux de savoir combien de temps la tortue pourroit supporter le gaz hydrogène; je la mis donc dans ce gaz, et je la trouvai vivante au bout de 24 heures; ce n'étoit point encore assez, elle y resta 72 heures, au bout de ce temps-là, elle n'étoit pas encore morte, elle remuoit les jambes, la tête étoit immobile et se trouvoit hors de ses écailles, mais les yeux étoient fermés, elle ne changeoit pas de place.

Deux heures après avoir été retirée du gaz hydrogène et mise à l'air libre, elle vivoit encore; le lendemain elle commençoit à se mouvoir, mais deux jours après elle mourut.

J'observerai néanmoins que cette tortue étoit très foible quand je la soumis à cette expérience; ce qui l'empêcha peut-être de supporter mieux l'action du gaz hydrogène.

§ XII.

Puisque cette tortue avoit soutenu la privation de l'air commun pendant si long-temps, il étoit bien probable qu'une autre la supporteroit de même quand on la forceroit à rester sous l'eau ; je la tins ainsi plongée sous l'eau par le moyen d'un poids qui l'empêchoit de s'élever pour venir respirer à la surface ; elle y resta 89 heures sans y pouvoir respirer ; la température étoit entre 10 et 11°, et elle survécut à cette longue suppression de la respiration.

Elle fut pendant les deux premiers jours de sa submersion dans une agitation continuelle, elle cherchoit toujours à venir à la surface de l'eau.

Cette tortue n'avoit pas mangé pendant six mois et demi, quoique je lui eusse souvent apporté des alimens.

Il me semble que cette durée de la vie sous l'eau est sans exemple parmi les autres amphibies. Les salamandres ne vivent sous l'eau que pendant 6 heures.

§ XIII.

Comme la température n'étoit pas élevée lorsque je fis cette expérience, je la répétai précisément de la même manière au commencement de juillet ; cette tortue périt alors au bout de deux jours.

§ XIV.

J'ai eu 3 tortues très-groses de la même espèce que les précédentes, pleines de vie quoiqu'elles eussent passé l'hiver sans manger ; je me servis de la plus grosse pour étudier sa respiration.

Je plaçai cette tortue de manière que son dos reposât sur ma main, ce qui me facilitoit la vue de son gosier et me permettoit de suivre les mouvemens du poumon. J'aperçus le gosier se gonfler de la cime jusques au fond, et se dégonfler ensuite; je remarquai pendant quelque temps une certaine constance périodique dans ses mouvemens. Durant une minute je comptai dix-huit gonflemens et dix-huit dégonflemens, mais quelquefois j'en ai observé plus, et d'autres fois moins dans le même temps, il est même arrivé que durant ce rithme le gosier se fermoit pendant quelques secondes.

Le mouvement respirateur ne seroit-il pas constant dans ces animaux? Ce mouvement de gonflement et de dégonflement est-il vraiment celui de la respiration? Je ne l'assurerai pas, mais je dirai qu'ayant tenu une tortue renversée sous l'eau avec la tête et le gosier hors de sa couverture écailleuse, elle resta immobile pendant un quart-d'heure, c'est-à-dire pendant tout le temps que je l'observai; ensuite je la tirai de dessous l'eau et le rithme recommença; ce qui me fit présumer que ce rithme est respirateur.

§ XV.

Une de mes tortues pondit deux œufs le 24 juin, la température étoit de $16^{\circ}\frac{1}{2}$.

La coquille de l'œuf est calcaire; elle fait effervescence avec l'acide nitreux.

On y trouve le blanc ou le serum très-transparent; mais un peu plus solide et visqueux que le blanc ou e serum des œufs de poule. Le jaune est d'une couleur pâle.

Les rudimens du fœtus n'étoient ni développés ni apparens.

Je mis ces deux œufs dans un tube contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, je les y laissai pendant 24 heures, ils n'altérèrent point l'air commun.

§ XVI.

J'avois exposé une tortue à la température de 4°, je la trouvai couverte dans sa niche, la queue étoit retirée sous les écailles comme les jambes; la tête étoit cachée sous cet étui écailleux. On ne pouvoit voir que la pointe de la bouche; en la touchant je m'aperçus qu'elle n'étoit pas léthargique, je la sentis se mouvoir et se retirer plus intérieurement sous ses écailles.

§ XVII.

J'exposai ensuite pendant la nuit une tortue sur ma fenêtre durant 10 heures, elle étoit sous l'eau, mais elle pouvoit venir respirer dans l'air dont j'avois laissé 99,08 centimètres cubes, ou 5 pouces cubes au-dessus de l'eau; lorsque je la mis en expérience la température étoit de 0°; le matin je la trouvai de $-3° \frac{1}{2}$.

Toute l'eau ne faisoit qu'un morceau de glace, la tortue étoit immobile, seulement le petit espace correspondant à la cavité intérieure des deux écailles du côté où la tête paroît avec les jambes antérieures étoit rempli d'air. La tête étoit rentrée sous les écailles avec les jambes antérieures; elle étoit vraiment immobile, mais quand j'eus retiré cette tortue de sa prison glacée, et quand je l'eus mise à terre elle sortit la tête, les jambes et la queue.

J'essayai ensuite l'air qui étoit sur l'eau gelée où la tortue avoit vécu, et je trouvai qu'elle avoit absorbé 6° de gaz oxygène, et qu'elle avoit produit 2° d'acide carbonique. Je fis des expériences semblables sur les grenouilles, les salamandres et les couleuvres, mais ces animaux ne supportèrent pas si bien ce froid que les tortues.

§ XVIII.

Nous avons déjà vu dans le mémoire, § LIV, que le froid n'est pas toujours la cause de l'engourdissement des animaux léthargiques, mais qu'il les tire au contraire souvent de l'engourdissement qu'ils y ont pris; je vérifiai ce phénomène singulier sur les tortues.

Le thermomètre étoit à 2° dans l'endroit où je tenois mes tortues renfermées; elles y étoient entièrement enveloppées sous leurs écailles, mais elles faisoient quelque mouvement quand je les touchois. Les grenouilles et les couleuvres étoient immobiles.

Je pris un de ces trois animaux, et je les mis sur ma fenêtre, la température y étoit de $-1^{\circ}\frac{1}{2}$; le ciel étoit serein; j'ai déjà parlé de la couleuvre. Aussitôt que ces animaux furent ainsi exposés à cette température, chacun d'eux parut s'en ressentir. La tortue sortit la tête, la queue, les jambes de dessous ses écailles; elle se mit à se mouvoir lentement, chercha les moyens de fuir et continua ce manège pendant trois quarts d'heure. La grenouille remuoit sans presque changer de place, ensuite elle resta immobile. La couleuvre immobile s'agitoit pourtant quand on la touchoit, et commença bientôt à se mouvoir;

quand elle fut sur la fenêtre elle se ploya en cercle, elle fit même quelques pas, tantôt elle se ramoncela mettant la tête sous le corps, puis elle se remt en cercle et s'alongea.

Il est donc bien prouvé que ce redoublement de froid, loin d'augmenter la léthargie de ces animaux, les en a tirés jusqu'à un certain point, comme je l'ai observé pareillement sur les chauve-souris.

Je ramenai ces animaux à la température de 2° où ils avoient été lorsque je les mis sur la fenêtre; mais la tortue continua de marcher; la grenouille fut plus éveillée et la couleuvre resta immobile comme les autres couleuvres dans la même caisse.

§ XIX.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que les tortues absorbent tout le gaz oxygène de l'air où on les renferme, et même qu'elles peuvent vivre quelque temps, quoiqu'elles n'ayent plus de gaz oxygène à respirer;

2.° Que l'air peut séjourner quelque temps dans leur poumon sans altération sensible;

3.° Qu'une tortue assez foible vécut 72 heures dans le gaz hydrogène sans y périr;

4.° Qu'une tortue vécut 89 heures submergée sous l'eau au printemps, sans périr, et qu'en été elle y mourut au bout de deux jours;

5.° Que la respiration des tortues est très-lente;

6.° Que les œufs de la tortue n'altèrent point l'air pendant 24 heures;

7.° Que les tortues ne sont pas parfaitement léthargiques.

MÉMOIRE IX.

Sur les Lézards.

CHAPITRE I.er

Sur les Lézards gris et verds.

§ I.

Le lézard, cet animal si doux, si vif, si agréable par la souplesse de ses formes, par l'agilité de ses membres, par l'innocence de ses mœurs, et si intéressant par l'annonce qu'il nous donne du retour du printemps, n'est pas moins curieux par ses propriétés particulières; il méritoit encore à d'autres égards que l'on s'occupât de lui en traitant des quadrupèdes ovipares; cependant le lézard proprement dit gris et vert, plus connu que les salamandres, et ayant peut-être des qualités moins propres à fixer l'attention des naturalistes que ces dernières, n'offrira ici que quelques observations éparses, en réservant celles qui seront plus suivies et plus soignées pour l'autre espèce de ces animaux.

§ II.

Malgré le froid de deux nuits du printemps qui couvrirent la terre de gelée blanche, malgré la permanence de cette gelée blanche pendant le jour dans les places restées à l'ombre, je vis des lézards gris sortir de leurs retraites à midi pour s'exposer au soleil.

§ III.

J'avois quelques lézards gris dans une boëte où la température étoit de 2°, néanmoins ils y avoient les yeux fermés, et ils y étoient immobiles quand on ne les touchoit pas, mais quand je les touchois ils remuoient les pieds, la queue et la tête; ils faisoient même quelques pas avec beaucoup de lenteur, quoiqu'ils eussent les yeux fermés. Ils me parurent à-peu-près dans le même état que les grenouilles à la même température.

§ IV.

Quels sont les rapports d'un lézard gris vivant avec l'air commun? Pour répondre à cette question importante, relativement à la respiration, je tins un lézard gris vivant sous un récipient contenant 39,63 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, pendant 40 heures. Il y périt durant la nuit qui précéda la matinée où je fis l'essai de l'air.

Il avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit $1^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 2° d'azote.

§ V.

Je répétai cette expérience de la même manière, mais le lézard fut placé sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et je ne le laissai dans cette clôture que 23 heures.

Je retirai le lézard vivant, j'essayai l'air, et je trouvai que le lézard avoit absorbé $13^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit $4^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il résulte donc de ces expériences, que les lézards vivans absorbent le gaz oxygène, qu'ils peuvent l'absorber entièrement et qu'ils produisent l'acide carbonique.

§ VI.

Je répétai encore cette expérience sur un gros lézard vert, que je mis sous un récipient contenant 79,26 centimètres cubes, ou 4 pouces cubes d'air commun; je vis l'eau qui fermoit l'appareil s'élever peu-à-peu, il vivoit encore au bout de onze heures de clôture, il mourut pendant la nuit.

J'essayai l'air où ce lézard avoit vécu: il avoit absorbé tout le gaz oxygène, et l'acide carbonique produit s'étoit dissous dans l'eau.

Cette expérience confirme encore les précédentes.

§ VII.

Je fis quelques remarques anatomiques sur les organes respirateurs du lézard vert, il avoit 3,27 décimètres, ou 13 pouces de longueur, avec la queue, qui étoit de 2,17 décimètres, ou 9 pouces $\frac{1}{2}$.

Après avoir ouvert l'abdomen et le ventre, je vis dans la région du col la trachée artère, en la prenant à son origine jusqu'au point où elle finit; elle me parut avoir 1,80 centimètre, ou 8 lignes de longueur, et 1,13 millimètre, ou $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre. Dans la partie inférieure elle se divise en deux rameaux ou branches qui s'implantent chacune dans un des deux poumons; ces poumons sont membraneux, mais la trachée artère est cartilagineuse, comme on le voit lorsqu'on en coupe un morceau très-petit, qui forme

seul d'abord par le rapprochement de ses bords, un tube ouvert. La trachée artère des lézards est à cet égard différente de celle des grenouilles.

Les poumons membraneux des lézards sont formés par un entrelacement de vaisseaux nombreux qui en tapissent les parois.

§ VIII.

Après avoir fait ces observations générales sur les organes respirateurs des lézards, je fus curieux d'étudier plus particulièrement la manière de la respiration des lézards gris.

Je mis pour cela quelques lézards sous un récipient de verre, et je cherchai les signes extérieurs de la respiration de ces animaux.

Je les vis quelquefois tranquilles, et d'autres fois parcourant les parois du récipient sous lequel ils étoient. J'observai bien qu'ils pouvoient rester 7, 8 secondes, et même davantage, sans respirer, mais ensuite ils respiroient régulièrement. Je les ai vu rester plus d'une minute sans respiration, et après elle j'ai compté 52 mouvemens sur leurs flancs dans la minute suivante; ces mouvemens correspondent à ceux du gosier.

Voici comment on distingue ces mouvemens; si l'on observe ceux des deux parties latérales du corps d'un lézard, qui se manifestent d'abord un peu au-delà des racines des jambes antérieures, en allant vers la queue, alors on voit dans l'air ces deux parties s'élever et s'abattre; ce mouvement est produit par le gonflement et le dégonflement des poumons;

on remarque un intervalle de temps entre ces mouvemens d'élévation et d'abaissement qui est plus ou moins long, et l'on observe en même temps un gonflement dans la peau et une contraction dans le gosier.

Par ce moyen j'ai pu voir que la respiration des lézards est plus fréquente et plus régulière que celle des grenouilles et des salanmadres qui peuvent aussi rester plus long-temps sans respirer.

§ IX.

Après avoir fait ces observations, je mis un lézard dans le gaz hydrogène, et je suivis avec attention tout ce qui pouvoit lui arriver.

Ce lézard ne fut point asphyxié; il tournoit autour des parois du récipient, ensuite il s'arrêtoit pour recommencer à se mouvoir ainsi à diverses reprises. Je vis bien quand il étoit en repos, qu'il inspiroit et respiroit le gaz hydrogène, mais sa respiration ne suivoit point ce rithme singulier que j'avois observé dans l'air; les inspirations me parurent longues, fortes et profondes, comme je le jugeai par l'abaissement des flancs, mais ensuite ce rithme s'arrêta au bout de trois-quarts d'heure. Après ce temps d'immobilité le lézard devint convulsif; il ferma les yeux, tout mouvement me sembla arrêté, je le crus mort, mais en le touchant les convulsions recommencèrent, il redevint encore immobile; je ne remarquai point cela dans un autre lézard que j'avois mis sous l'eau: enfin il mourut au bout de 51 minutes, et celui qui avoit été mis sous l'eau en vécut 82. Je trouvai les

poumons de ce lézard mis dans le gaz hydrogène parfaitement vides.

§ X.

Je répétai cette expérience sur 3 lézards; j'en mis un gris, qui étoit assez gros, sous un récipient plein de gaz hydrogène, j'en mis deux plus petits sous un autre récipient plein du même gaz.

Le premier lézard devint presque à l'instant immobile, il remuoit pourtant encore quand je le touchois. Les deux autres ne furent pas frappés si soudainement d'asphyxie, ils conservèrent encore quelque temps la faculté de se mouvoir.

En suivant ces lézards je remarquai deux choses importantes, 1.° qu'ils produisirent l'acide carbonique dans le gaz hydrogène, pendant leur vie comme après la mort; 2.° qu'ils inspirèrent et expirèrent ce gaz, comme je m'en assurai par l'élévation et l'abaissement de leurs flancs.

Les 3 lézards périrent au bout de 2 heures $\frac{1}{2}$; ils n'avoient plus aucune espèce de mouvement propre en les touchant.

§ XI.

Puisque la privation du gaz oxygène fait périr les lézards dans le gaz hydrogène, il falloit rechercher ce qui leur arriveroit en les privant du contact de l'air par le moyen de l'eau où je pouvois les plonger.

Je forçai donc un lézard à rester plongé sous l'eau, et je l'observai avec soin; il y vécut 82 minutes; pendant tout ce temps je n'aperçus rien sur ses flancs qui fît croire qu'il respirât. Il parut à l'ouverture de ses narines deux petites bulles d'air qui y restèrent,

mais je les vis tantôt diminuer et tantôt augmenter ; elles ressembloient à des perles de 0,25 millimètre, ou d'un tiers de ligne de diamètre. Je crus d'abord que cet accroissement des bulles étoit produit par le jeu des poumons, mais je ne remarquai aucun mouvement dans les flancs du lézard. Enfin j'en trouvai la cause. Lorsque les bulles paroissoient, le lézard comprimoit légèrement son gosier, et en le remettant dans son état naturel elles disparoissoient, parce que cet air des narines communiquoit avec celui des poumons ; plusieurs fois je fis disparoître ces bulles des narines, et j'en vis reparoître deux autres ; alors le lézard faisoit des efforts pour respirer, et les bulles reparoissoient. Aussi ayant visité le poumon je le trouvai vide d'air.

§ XII.

Après m'être occupé des lézards vivans, je ne négligeai point les lézards morts et fraîchement tués.

Je mis pour cela 3 lézards morts dans 39,64 centimètres cubes, ou deux pouces cubes de gaz hydrogène ; je les y laissai pendant 48 heures, ils y produisirent 4° d'acide carbonique, ils commençoient alors à sentir mauvais.

Je replaçois ces mêmes lézards dans la même quantité de gaz hydrogène, je les y laissai 42 heures, ils produisirent 11° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les lézards vivans avoient à peine fourni du gaz acide carbonique perceptible dans l'air commun pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ qu'ils furent enfermés dans la même quantité de cet air.

Il paroît donc que la quantité d'acide carbonique croît avec l'augmentation de la putréfaction.

Je mis la queue du gros lézard vert dans 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène, où je la laissai pendant 23 heures, elle y produisit 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et y absorba 7° de gaz hydrogène.

§ XIII.

Je mis de même le reste du corps de ce lézard coupé en morceaux dans 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène, il y eut 9° d'acide carbonique produit et 4° de gaz hydrogène absorbé.

§ XIV.

Il résulte de ces expériences sur les lézards gris et verts:

1.° Qu'ils ne sont jamais entièrement léthargiques;

2.° Qu'ils peuvent absorber tout le gaz oxygène de l'air où on les renferme sans périr, et qu'ils produisent l'acide carbonique;

3.° Que leur respiration est assez lente et régulière;

4.° Qu'ils périssent au bout d'un certain temps dans le gaz hydrogène, et qu'ils le respirent;

5.° Qu'ils périssent sous l'eau après avoir respiré l'air de leurs poumons;

6.° Qu'après la mort ils donnent le gaz acide carbonique dans le gaz hydrogène; qu'ils en donnent d'autant plus que la putréfaction s'avance et qu'ils absorbent alors ce gaz.

CHAPITRE II.

Sur les Salamandres.

§ XV.

Les salamandres, qui se rapprochent si fort des lézards par leur forme extérieure, s'offrent naturellement à l'esprit de l'observateur qui s'occupe des lézards, et en traitant le sujet de la respiration, elles lui deviennent d'autant plus intéressantes, au moins les *salamandres aquatiques à queue plate*, qu'elles sont amphibies, faciles à trouver, et que l'on peut en avoir aisément un grand nombre; de sorte que quand ces animaux n'auroient pas fourni un chapitre curieux et original dans l'histoire naturelle, par la singulière propriété de la reproduction de leurs pattes, de leurs queues et de leurs mâchoires, elles auroient encore été à d'autres égards les objets importans des recherches des naturalistes, relativement à la physiologie animale.

§ XVI.

J'ai appris de mes pêcheurs exercés à prendre des salamandres, qu'ils les prennent surtout dans des fossés plus profonds que ceux où ils prennent des grenouilles; que le fossé où ils les trouvent en plus grande abondance contient environ 1,29 mètre, ou 4 pieds d'eau; que l'eau où ils en ont pris au mois de février 1795, étoit à la température de $5^{\circ}\frac{1}{2}$ au-dessus de zéro; qu'elles y étoient nombreuses; que ces pêcheurs en ouvrirent plusieurs, et qu'ils trouvèrent

dans leur estomac des mille-pieds, des petits vers, des larves aquatiques, de la lentille de marais, et de petits limaçons.

J'ouvris aussi quelques-unes de ces salamandres; la température depuis 15 jours que je les avois étoit de 2° à 5° $\frac{1}{2}$, et je trouvai encore dans leur estomac la lentille de marais, ce qui montre combien la digestion est lente dans ces amphibies.

Il paroît donc que, dans les environs de Pavie, les salamandres vivent pendant l'hiver dans les eaux stagnantes et courantes; mais les pêcheurs m'ont aussi assuré qu'ils avoient vu cette espèce de salamandres cachées dans la terre.

En été les pêcheurs prennent ces salamandres dans les eaux légérement courantes des fossés, mais jamais dans le Tésin, et rarement, ou en petit nombre, dans les fossés qui contiennent peu d'eau; il paroît donc que les salamandres recherchent les eaux qui ne sont pas trop rapides; elles fuient sans doute alors les eaux qui ne coulent pas, comme celles qui ne sont pas profondes, parce qu'elles s'y réchauffent trop.

§ XVII.

Parmi les nombreuses salamandres que j'ai eues, j'ai observé souvent que le nombre des mâles étoit incomparablement plus grand que celui des femelles. Ce seroit une exception remarquable dans l'histoire des animaux si cette observation étoit générale pour cette espèce.

§ XVIII.

Après ces observations sur l'histoire naturelle des

salamandres qui pourront intéresser ceux qui voudront répéter mes expériences sur la respiration, ou en faire d'autres sur cet animal, qui m'a offert tant de singularité dans les phénomènes de son économie animale, je viens directement à mon but, et je vais chercher les rapports de cet animal avec l'air.

Je plaçai une salamandre sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure, je la laissai pendant 6 heures $\frac{1}{2}$ *sous ce tube dans le mois de mai.*

J'essayai l'air au bout de ce temps-là, et je trouvai qu'elle avoit absorbé 6° de gaz oxygène et produit 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ XIX.

En faisant l'expérience précédente, j'en fis une autre semblable à tous égards avec une salamandre égale en volume à celle que j'avois soumise à cette épreuve, mais au lieu d'air commun, j'avois employé le gaz oxygène, et elle resta aussi dans sa clôture pendant 6 heures $\frac{1}{2}$ durant lesquelles la précédente y étoit restée.

Je trouvai que la salamandre dans le gaz oxygène avoit montré plus de vivacité que dans l'air commun.

J'essayai ce gaz oxygène que la salamandre avoit respiré pendant 6 heures $\frac{1}{2}$, et je vis qu'elle avoit absorbé 10° de gaz oxygène et produit 4.° d'acide carbonique.

§ XX.

Je répétai cette expérience d'une autre manière. Je mis sous deux recipiens semblables et égaux en

capacité, dont l'un étoit rempli d'air commun et l'autre de gaz oxygène, quatre salamandres d'un volume égal, les récipiens étoient fermés par le mercure.

Je trouvai au bout de deux jours que l'absorption de l'*air commun* étoit de 3,1 centimètres, ou un pouce $\frac{1}{6}$, et celle du *gaz oxygène* de 6,7 centimètres, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$, les salamandres étoient mortes dans le premier et vivoient dans le second.

J'essayai l'air du premier récipient, il étoit entièrement privé de gaz oxygène.

Au bout de trois jours les salamandres vivoient encore dans le second récipient, mais comme la quantité du gaz oxygène restant étoit fort petite, j'en fis l'essai avec le gaz nitreux, il ne s'y fit presque aucune diminution.

Dans une autre occasion, une salamandre, dans l'espace de 6 heures $\frac{1}{2}$, absorba dans le gaz oxygène 26° de ce gaz et produisit 2° de gaz acide carbonique.

Ces expériences prouvent donc que les salamandres absorbent le gaz oxygène dans l'air commun, qu'elles en absorbent davantage dans le gaz oxygène, qu'elles y produisent pour l'ordinaire plus d'acide carbonique, et qu'elles y manifestent plus de vivacité que dans l'air atmosphérique.

§ XXI.

Mais comme nous avons déjà vu dans les mémoires précédens que la chaleur favorisoit l'absorption du gaz oxygène, il étoit nécessaire de voir encore quelle seroit son influence sur l'absorption que les salamandres feroient de ce gaz.

Je plaçai donc une salamandre sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure, à une température de 7°; je plaçai une autre salamandre sous un tube semblablement préparé sur mon fourneau à une température de 15 à 20° pendant 5 heures.

La première absorba 4° de gaz oxygène, et la seconde en absorba 19°.

Il est donc bien vrai que la chaleur influe sur l'absorption du gaz oxygène dans les salamandres, et qu'elle l'augmente beaucoup.

§ XXII.

Puisque les salamandres absorbent le gaz oxygène dans l'air où elles vivent, il étoit nécessaire de chercher ce qui leur arriveroit quand on leur auroit ôté toute espèce de communication avec lui.

Je fis cette recherche en employant le gaz hydrogène parfaitement pur; je mis une salamandre sous un récipient plein de gaz hydrogène, elle y périt au bout de 3 heures $\frac{1}{2}$.

Je mis 6 salamandres sous un récipient semblable, plein de gaz hydrogène, elles y périrent au bout d'une heure.

§ XXIII.

Ces différences m'engagèrent à faire cette expérience avec plus de soin. Je mis une salamandre sous un récipient rempli de gaz hydrogène, et fermé par le mercure, elle y périt au bout de 2 heures.

J'essayai ce gaz, et je trouvai que la salamandre avoit absorbé 4° de gaz hydrogène et produit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ XXIV.

Mais le gaz azote pouvoit remplacer dans ce but le gaz hydrogène. Je crus donc devoir encore employer ce nouveau moyen, je mis une salamandre sous un récipient plein de gaz azote, cette salamandre y périt au bout d'une heure et demie.

Je remarquai en particulier que son sang, et surtout celui de l'oreillette du cœur, étoit très-noir.

§ XXV.

Enfin il y avoit un autre moyen d'intercepter le contact de l'air aux salamandres, c'étoit de les placer sous l'eau; ce moyen même devenoit d'autant plus nécessaire à mettre en usage que les salamandres sont des animaux aquatiques.

Je tins plongées sous l'eau deux salamandres retenues au fond d'un vase rempli de ce fluide par un poids attaché à une de leurs jambes, je renouvelai souvent cette eau afin qu'elle se conservât toujours pure; mais elles y périrent avant deux jours.

Il est donc encore bien prouvé que la privation du contact de l'air avec les salamandres vivantes est une cause de leur mort, mais ceci ouvre une nouvelle suite de recherches.

§ XXVI.

J'ai observé en été que les salamandres viennent à fleur d'eau, qu'il s'échappe alors de leur bouche une bulle d'air, et qu'elles y prennent probablement du nouvel air. J'ai vu qu'à mesure que la chaleur diminuoit, les salamandres venoient moins fréquemment

à la surface de l'eau, et qu'elles y venoient très-rarement quand la température étoit de 2°.

§ XXVII.

Je voulus me procurer ce sujet d'observations dans mon cabinet; je mis des salamandres dans des vases ouverts et pleins d'eau, je les ai vues rester alors une demi-heure, et même une heure au fond de l'eau sans venir respirer à la surface.

En suivant cette expérience il m'est arrivé plus d'une fois de voir les salamandres au fond du vase avec l'apparence de la mort; j'en ai même vu alors qui étoient renversées sur le dos, je les retirai de là sans qu'elles donnassent presque un signe de vie, je les mettois à l'air, et je les voyois ressusciter. Ce phénomène singulier ne seroit-il point produit parce que ces salamandres n'ont pas eu la force de venir respirer l'air à la surface de l'eau?

§ XXVIII.

Enfin j'ai remarqué que les salamandres fraîchement pêchées, mises dans des vases pleins d'eau et ouverts, viennent rarement à la surface de l'eau pour y respirer, quand l'eau où je les plaçai étoit pure, et quand elles y étoient en petit nombre, mais si cette eau étoit troublée, si elles étoient nombreuses dans la même cuve, alors elles venoient très-souvent à la surface de l'eau, s'élançoient avec une grande précipitation, sortoient ainsi de l'eau la moitié de leurs corps, et le tenoient souvent dans l'air pendant quelque temps. Quelle en peut être la cause?

Ce n'est pas l'air mêlé dans l'eau qui manque, puisque les salamandres ne respirent pas sous l'eau comme les poissons; mais il seroit bien probable que cette eau altérée par le séjour de ces animaux en touchant le corps des salamandres leur devînt nuisible; aussi quand on les laisse quelques jours dans la même eau sans la renouveler, elles y périssent, et j'ai bien remarqué qu'en les mettant pour la première fois dans des vases pleins d'eau, elles la troubloient par leurs excrémens; mais il y a plus, puisqu'elles viennent alors à la surface de l'eau pour chasser hors de leurs poumons l'air qui s'y est altéré, et pour en prendre du nouveau, on est bien forcé de reconnoître aussi qu'elles ne trouvent pas dans cet eau ce qui doit y être pour qu'elles y soient à leur aise; mais comme je montrerai que les salamandres absorbent par la peau beaucoup de gaz oxygène, on doit comprendre qu'elles en trouvent moins dans une eau gâtée que dans celle qui est pure, ou dans une petite quantité d'eau où il y a plusieurs salamandres qui la dépouillent bientôt du gaz oxygène qui ne peut s'y conserver que lorsqu'elles y sont en petit nombre, ce qui les oblige à remplacer l'air qui leur manque dans l'eau, en venant respirer plus souvent à la surface de l'eau, et en tenant une partie de leur corps hors de ce fluide.

Cette observation mérite d'autant plus de confiance, que ce ne sont pas les salamandres seules qui produisent ce phénomène, mais qu'on l'observe de même dans les poissons, les grenouilles et les couleuvres.

§ XXIX.

Ces observations éclairent la question sans la résoudre; il falloit savoir si véritablement les salamandres respirent l'air qu'elles viennent prendre à la surface, ou si elles vivent aux dépens de celui qui est dans leur poumon; pour m'en assurer je pensai que, comme les animaux périssent sous l'eau parce que le gaz oxygène de l'air atmosphérique qui est dans leurs poumons diminue, je pourrai avoir la solution de cette question en mettant sous des récipiens pleins d'eau et renversés au milieu de ce fluide sur leur ouverture, des salamandres dans leur état naturel avec des salamandres dont j'aurai chassé l'air du poumon par la compression; mais cette expérience ne m'apprit rien de satisfaisant; toutes ces salamandres périrent à-peu-près dans le même temps.

§ XXX.

Après cette expérience qui ne répondit point à mes vues, je ne renonçai point à résoudre la difficulté que je m'étois faite; les observations que j'ai racontées § XXVI m'offrirent un moyen qui devoit être sans réplique. J'ai dit que les salamandres venoient de temps en temps à la surface de l'eau, et qu'elles laissoient alors échapper une bulle d'air, soit dans les eaux qu'elles habitent, soit dans les vases pleins d'eau; que cet air sortoit de leurs poumons, et qu'elles en aspiroient du nouveau pour le remplacer; enfin qu'elles répétoient cette opération d'autant plus souvent que la chaleur étoit plus forte et les eaux plus pures, § XXVIII. Il paroît donc bien qu'elles

venoient alors chercher du nouvel air, parce que l'air qu'elles avoient respiré mettoit leurs poumons, et les parties qui communiquent avec lui, mal à leur aise.

Il étoit donc bien important d'examiner cet air avant que la salamandre l'eût rejetté ; mais comme chaque salamandre n'en laissoit échapper qu'une petite bulle, et qu'il m'en auroit fallu un bien grand nombre pour pouvoir en faire l'essai en remplissant avec l'air qu'elles auroient fourni le plus petit de mes eudiomètres, je forçai les salamandres à rester plongées sous l'eau pure par le moyen d'un poids attaché à une de leurs jambes, en leur laissant d'ailleurs toute leur liberté; alors quand je les voyois s'élancer pour venir à fleur d'eau, je les prenois, et je les comprimois pour leur faire rendre sous l'eau l'air qu'elles auroient rendu d'elles-mêmes, je recueillois cet air dans mon eudiomètre plein d'eau, et je parvins ainsi à le remplir.

Je fis l'essai de cet air, et en le comparant avec l'air commun je trouvai qu'il avoit perdu 4° de gaz oxygène, et qu'il avoit acquis 4° d'acide carbonique, sans compter ce qui s'étoit dissous de ce dernier en traversant l'eau.

Je peux donc conclure sûrement que l'air commun s'altère dans le poumon des salamandres; ce fait explique fort bien pourquoi ces animaux viennent à la surface de l'eau, et l'on ne peut pas douter qu'elles y arrivent pour se débarrasser de l'air gâté qui est dans leur poumon, et pour le remplacer par du nouveau qui est plus pur.

§ XXXI.

Cette expérience étoit sans doute concluante ; mais je voulus encore établir les conséquences que j'en ai tirées par une nouvelle preuve ; il ne faut pas même laisser l'apparence du doute dans les résultats qui tiennent aux questions capitales.

Je pris huit salamandres que je plaçai sous un récipient plein d'eau, et renversé dans l'eau sur son ouverture ; elles y restèrent d'abord tranquilles, mais elles y cherchèrent bientôt à fuir ; ensuite elles parurent fort inquiètes ; elles s'élancèrent vers la partie supérieure du récipient pour vider l'air de leurs poumons, et en chercher du nouveau ; mais elles ne laissèrent échapper aucune bulle d'air, seulement au bout d'une demi-heure il y eut une bulle d'une grosseur médiocre qui resta au sommet du vase à-peu-près avec le même diamètre pendant deux heures ; ce qui me fit penser qu'il n'y avoit point en d'acide carbonique mêlé avec elles, ou du moins que s'il y en avoit eu, il y avoit été dans une petite quantité, parce qu'autrement elle se seroit sensiblement diminuée dans l'eau où elle étoit, comme lorsque je lui fis traverser l'eau qui remplissoit l'eudiomètre.

Les salamandres perdoient leurs forces, j'en comprimai alors quelques-unes sous l'eau, et je fis ainsi sortir l'air de leurs poumons, je le recueillis dans mon eudiomètre à gaz nitreux, j'y introduisis une mesure égale de ce gaz, et ce mélange composé de 10 parties de l'air pulmonaire des salamandres et de 10 parties de gaz nitreux, égales aux précédentes,

fut réduit à 18 parties du total ; de sorte qu'il n'étoit resté dans cet air du poumon des salamandres, après 2 heures $\frac{1}{2}$ de submersion dans l'eau d'un vase plein et fermé, que 2 parties de gaz oxygène.

En répétant cette expérience plusieurs fois, je me suis convaincu que cet air du poumon des salamandres contient plus de gaz azote que de gaz acide carbonique, et je l'ai pu voir sûrement en faisant sortir par la compression l'air du poumon de ces animaux que j'avois tenus plongés sous l'eau pendant quelque temps. De sorte que lorsque les salamandres viennent souvent dégorger l'air de leurs poumons à la surface de l'eau, il faut que cet air dégorgé n'ait pas beaucoup d'azote et moins encore d'acide carbonique, mais aussi il faut qu'une très-petite différence entre l'air commun et celui des poumons de ces animaux suffise pour les forcer à le renouveler.

§ XXXII.

Il est bien prouvé que les salamandres altèrent la pureté de l'air dans leurs poumons, mais il paroît aussi que dans leur état naturel, elles l'altèrent peu, quoiqu'elles le renouvellent souvent ; il falloit donc rechercher, si les poumons des salamandres sont les seules parties de leur corps qui aient quelqu'influence sur l'air ; ce problème, qui se présente naturellement à l'esprit après quelques observations que j'ai déjà rapportées, méritoit une attention particulière, mais il est de la classe de ces problèmes que l'on ne peut résoudre que par la voie des exclusions. Il falloit donc considérer les salamandres vivantes sans poumons, et

comparer leurs effets sur l'air avec ceux qui sont produits par les salamandres qui ont leurs poumons, et procéder ensuite sur les autres parties de ces animaux d'une manière analogue ; tel est précisément l'ordre que j'ai déjà suivi dans les autres mémoires, et l'ordre que je suivrai plus particulièrement dans celui-ci.

§ XXXIII.

Quand j'eus vu mes deux salamandres péries avant deux jours sous l'eau souvent renouvelée où elles étoient restées submergées, je pensai d'ôter les poumons à deux salamandres et de les tenir ensuite plongées sous l'eau comme les précédentes, parce que j'espérois découvrir ainsi la cause de leur mort, § XXXI.

Eh bien au bout de deux jours les deux salamandres privées de leurs poumons vivoient encore et ne me parurent point prêtes à périr ; puis donc que les deux salamandres intactes sont péries avant l'expiration de ce temps, ne peut-on pas dire que la suspension de leur respiration n'a pas été la seule cause de leur mort ?

Après avoir fait une foule d'expériences variées et dirigées dans ce but, j'ai toujours trouvé que les salamandres privées de leurs poumons vivoient plus long-temps sous l'eau que les salamandres intactes que l'on y tenoit plongées de même.

Les salamandres mortes sous l'eau ont presque tout leur sang rassemblé dans la veine cave descendante et dans les oreillettes du cœur ; ce sang y étoit très-noir,

tandis que le sang artériel et veineux, dans les salamandres libres vivant dans l'air ou dans l'eau, est d'un rouge vif.

J'ai encore constamment remarqué que les salamandres péries sous l'eau n'ont point d'eau dans le poumon, que leur poumon est quelquefois tout-à-fait flasque, et quelquefois à demi gonflé d'air.

Enfin j'ai bien vu de même qu'elles n'avoient point d'eau dans leur estomac.

§ XXXIV.

Ces salamandres sont des animaux bien extraordinaires; j'en ai vu à qui j'avois ôté leurs poumons qui vivoient encore 6 jours après cette opération.

§ XXXV.

Je plaçai 2 salamandres intactes sous un récipient plein d'air, fermé par le mercure, j'en mis deux autres privées de leurs poumons sous un autre récipient contenant la même quantité d'air et fermé de même.

J'observerai que ces salamandres n'avoient rien mangé depuis 2 mois $\frac{1}{2}$, je les avois conservées dans l'eau pure, et elles n'avoient réellement rien dans leurs intestins; cette remarque est importante comme on pourra le voir dans la suite.

Je vis d'abord au bout de 12 heures que l'élévation du mercure sous les 2 récipiens étoit parfaitement égale.

J'observai que les salamandres *sans poumons* remuoient fréquemment la partie inférieure de leurs

gosiers ; comme celles qui sont *intactes* , et qu'elles paroissoient respirer à cet égard comme celles qui avoient leurs poumons.

Au bout d'un jour entier , je ne trouvai point de différences dans l'élévation du mercure des deux récipiens, mais au bout de deux jours le mercure s'étoit élevé de 1,34 centimètre , ou de 5 lignes $\frac{1}{2}$ dans le récipient, où se trouvoient les salamandres *intactes*, et de 7,90 millimètres, ou de 3 lignes $\frac{1}{2}$ sous le récipient où étoient les salamandres *sans poumons*.

Je retirai le troisième jour les salamandres intactes et sans poumons de dessous leurs tubes, je les trouvai mortes.

J'essayai l'air où elles avoient vécu , je vis fumer le phosphore que j'avois fait fondre dans l'eudiomètre ; ce qui annonçoit la présence de quelques portions de gaz oxygène dans cette atmosphère , j'en trouvai effectivement $\frac{2}{100}$ ou 2° dans l'atmosphère des salamandres *sans poumons* , et 1° $\frac{1}{2}$ dans celle des salamandres *intactes*.

Il résulte donc de ces expériences, que les salamandres *intactes* , comme celles qui sont *sans poumons* , absorbent presque tout le gaz oxygène de l'air où on les place , et que les salamandres *intactes* en ont absorbé un peu plus que celles qui étoient *sans poumons*.

§ XXXVI.

Je répétai cette expérience avec plus d'exactitude ; je mis sous un récipient plein d'air, fermé par le mercure, 4 salamandres privées de leurs poumons, et dans un autre égal et semblable , 4 salamandres intactes ,

parfaitement égales en volume et en poids aux précédentes. Chacun de ces récipiens contenoit 79,26 centimètres cubes, ou 4 pouces cubes d'air. Je disposai de même un autre récipient plein d'air commun, fermé par l'eau, où je mis 8 salamandres privées de leurs poumons, et sous un autre semblable à tous égards au précédent, 8 salamandres intactes rigoureusement semblables aux autres; chacun de ces deux récipiens contenoit 217,98 centimètres cubes, ou 11 pouces cubes d'air.

La vivacité des salamandres intactes fut beaucoup plus grande que celle des salamandres privées de leurs poumons; celles-ci restèrent presque immobiles, celles-là cherchèrent à fuir.

J'observerai que je doublai le nombre des salamandres mises sous les récipiens fermés par l'eau, parce que leur capacité étoit plus grande que celle des récipiens fermés par le mercure.

Je visitai le lendemain ces 4 récipiens. L'élévation de l'eau sous les deux récipiens fermés par elle fut dans tous les deux environ de 2,7 centimètres, ou d'un pouce; celle du mercure dans le récipient où étoient les salamandres *intactes* fut environ 1,35 centimètre, ou d'un demi-pouce foible, mais elle fut seulement de 9,02 millimètres, ou d'un tiers de pouce dans le récipient des salamandres *mutilées*.

Toutes ces salamandres étoient mortes dans les quatre récipiens.

J'essayai l'air de ces 4 récipiens, et je trouvai qu'il y avoit un peu plus de gaz oxygène dans les récipiens où avoient été les salamandres *mutilées* que dans

ceux où avoient été les salamandres *intactes*, mais la diminution du gaz oxygène avoit été plus grande pour les salamandres intactes dans les récipiens fermés par le mercure que dans ceux qui avoient été fermés par l'eau.

Les 8 salamandres *intactes sur l'eau* avoient absorbé 18° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique. Les 8 salamandres *mutilées* avoient absorbé 18° de gaz oxygène, et produit 4° d'acide carbonique.

Les 4 salamandres *intactes* sur le mercure avoient absorbé 19° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique ; les 4 salamandres *mutilées* avoient absorbé 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il résulte de là que ces expériences faites sur le mercure cadrent pourtant avec celles qui ont été faites sur l'eau.

§ XXXVII.

Ces expériences capitales n'étoient ni assez répétées ni assez variées, je les suivis avec l'espoir de les rendre plus utiles.

J'otai les poumons à 15 salamandres, j'en laissai 5 à l'air libre, j'en mis 5 autres sous un récipient contenant 118,90 centimètres cubes, ou 6 pouces cubes d'air commun fermé par le mercure, enfin j'en plaçai 5 autres sous un récipient contenant la même quantité de gaz hydrogène. Demi-heure après je fis entrer 5 salamandres intactes dans un récipient contenant 118,90 centimètres cubes, ou 6 pouces cubes d'air commun fermé par le mercure comme tous les autres récipiens.

Au bout d'une heure les cinq salamandres *mutilées* placées dans le gaz hydrogène périrent, mais celles qui étoient renfermées dans l'air commun vivoient toujours comme celles qui étoient dans l'air libre.

Douze heures après les salamandres *mutilées* et *intactes* placées dans l'air libre et l'air clos vivoient encore, quoique celles qui étoient dans le gaz hydrogène fussent péries.

Le lendemain matin je trouvai 2 salamandres *mutilées* qui étoient à l'air libre péries, et 3 vivantes.

Les salamandres *intactes*, dans l'air clos, avoient fait élever le mercure dans le récipient de 1,35 centimètre, ou d'un demi-pouce, les *mutilées* dans l'air clos n'avoient changé le niveau du mercure que de 6,77 millimètres, ou d'un quart de pouce; elles étoient toutes mortes. Je dois pourtant rappeler ici ce que j'ai déjà dit du mercure, dont le niveau baisse dans les récipiens quelquefois après la mort des couleuvres, Mém. IV, § XXXIX; mais je remarquerai aussi que sous les récipiens où étoient d'autres salamandres intactes et mutilées, le mercure s'étoit également élevé.

Pendant que je faisois ces expériences j'en avois préparé d'autres de la même manière, avec cette différence seule, qu'en laissant aux salamandres leurs poumons, je leur avois ouvert l'abdomen et j'en avois tiré les entrailles.

Neuf heures après l'opération je trouvai ces salamandres vivantes, et le mercure s'étoit élevé de 1,35 centimètre, ou d'un demi-pouce dans le récipient où elles étoient placées, comme je l'ai remarqué pour les intactes.

Le lendemain ces salamandres privées de leurs entrailles étoient en partie vivantes et en partie mortes à l'air libre ; celles qui étoient dans l'air clos étoient péries et le mercure s'étoit un peu élevé dans leurs récipiens.

Je passe à présent à l'examen de l'air de tous ces récipiens où les salamandres avoient été renfermées.

Les salamandres *intactes* avoient absorbé 3° de gaz oxygène, et produit 9° d'acide carbonique.

Les salamandres *sans poumons* avoient absorbé 1° degré de gaz oxygène et produit 7° d'acide carbonique.

Les salamandres *intactes* avoient donc absorbé 2° de plus de gaz oxygène que les salamandres *privées de leurs poumons.*

Les salamandres *privées de leurs entrailles* avoient absorbé 1° de gaz oxygène et produit 7° d'acide carbonique.

Il résulteroit donc de cette dernière expérience, que les salamandres sans poumons auroient été, précisément à tous égards, comme les salamandres qui auroient eu leurs poumons, mais qui auroient été privées de leurs entrailles ; cette conclusion seroit fausse et n'infirmeroit point celle que j'ai tirée plus haut, parce que l'on ne sauroit douter que la privation des intestins ne doive influer beaucoup sur la respiration.

§ XXXVIII.

Cette expérience n'étoit pas rigoureusement exacte; toutes ces salamandres étoient mortes dans des temps différens, et par conséquent, on ne pouvoit pas

estimer rigoureusement l'effet de la respiration de celles qui respiroient dans l'air, de sorte que je résolus de faire ces expériences de manière qu'elles fussent terminées avant la mort des salamandres intactes et de celles qui seroient privées de leurs poumons.

Je pensai donc à placer ces salamandres intactes et privées de leurs poumons séparément sous des récipiens fermés par le mercure qui ne contiendroient que 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun.

Je m'aperçus au bout de cinq heures que quelques-unes des salamandres *sans poumons*, comme des *intactes*, étoient sur le point de mourir; je fis alors l'examen de l'air, où je les avois renfermées.

La salamandre *sans poumons* avoit encore un filet de vie, elle avoit absorbé dans ces 5 heures 3° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

La salamandre *intacte* étoit pleine de vie, elle avoit absorbé 12° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène dans ces 5 heures, et produit 5° d'acide carbonique.

On voit ici la grande influence des poumons sur l'absorption du gaz oxygène.

J'avois laissé deux autres salamandres disposées de la même manière que les précédentes sous des récipiens qui ne contenoient que 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air, où elles restèrent pendant 8 heures $\frac{1}{2}$.

Celle qui étoit *sans poumons* étoit très-vive, elle avoit absorbé 12° de gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique. Je ne parle pas de deux autres salamandres sans poumons qui m'ont donné des résultats

semblables au précédent, elles étoient de même pleines de vie, la première seule dont j'ai parlé étoit prête à périr.

La salamandre *intacte* renfermée pendant 8 heures et demie dans 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, avoit absorbé 16° de gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique.

Dans toutes ces expériences le gaz azote est resté le même quant à sa quantité.

Ces expériences prouvent donc qu'il y a une différence bien remarquable dans l'altération de l'air où vivent les salamandres privées de leurs poumons et celles qui en ont, et que ces dernières absorbent plus de gaz oxygène que celles qui étoient sans poumons.

§ XXXIX.

Il m'est arrivé cependant que des salamandres *sans poumons* ont absorbé plus de gaz oxygène que les *intactes ;* je les avois tenues dans 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun sur mon fourneau pendant 22 heures, elles étoient pleines de vie.

La salamandre *intacte* absorba 17° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. La salamandre *sans poumons* absorba tout le gaz oxygène et produisit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Je dois remarquer ici que si la quantité d'acide carbonique produit est si petite, c'est parce que les récipiens étoient fermés par l'eau.

Ces deux salamandres avoient le même volume, de sorte que l'on ne peut attribuer cette différence dans les résultats qu'à quelque cause particulière.

Au reste j'ai observé quelquefois le même phénomène avec les grenouilles, comme je le dirai en parlant de ces animaux, et je me réserve alors de rendre compte de ce que je pense sur ce sujet.

Comme j'ai répété toutes ces expériences un grand nombre de fois, j'ai eu l'occasion d'observer ce phénomène dont je parle, de sorte que je dois en tirer cette conséquence : les salamandres sans poumons absorbent quelquefois plus de gaz oxygène que celles qui n'en ont pas été privées.

§ XL.

J'avois fait, comme on l'a vu § XXXV, des expériences sur les salamandres qui avoient subi un long jeune, j'en avois fait de même sur des salamandres que l'on venoit de pêcher, et qui me firent voir des alimens dans leur estomac et dans leurs intestins; j'avois trouvé des différences dans la quantité du gaz oxygène absorbé par elles dans ces deux cas; je pensai qu'il y auroit peut-être quelque utilité à constater, si cette différence étoit un effet produit par les alimens que les unes auroient pris et par le jeûne subi par les autres.

Je cherchai les moyens de nourrir mes salamandres chez moi, et je parvins à leur trouver les alimens qui leur convenoient; je leur donnois des morceaux de vers de terre qu'elles dévoroient avec avidité; par ce moyen je réussis à m'assurer de l'influence de la nourriture sur la respiration de ces animaux, ou plutôt sur la différence de l'action qu'ils exercent alors sur l'air qui les environnent.

Pour rendre cette expérience plus décisive, je choisis deux salamandres qui avoient mangé autant qu'elles avoient pu, j'en pris deux autres qui n'avoient rien mangé depuis 12 jours, je plaçai chacune d'elles sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air fermé par le mercure.

J'observerai d'abord que les salamandres *bien repues* périrent, tandis que celles qui étoient *à jeun* conservèrent la vie.

J'ouvris l'estomac des salamandres *bien repues*; je le trouvai plein d'une bouillie, où l'on remarquoit encore quelques fragmens de vers, par conséquent la digestion s'opéroit complétement dans leur estomac. J'essayai l'air où elles avoient vécu, l'une d'elles avoit absorbé 16° de gaz oxygène et avoit produit 8° d'acide carbonique et 2° d'azote; l'autre avoit absorbé tout le gaz oxygène et avoit produit 12° d'acide carbonique et 3° $\frac{1}{2}$ d'azote.

Une des salamandres *à jeun* avoit absorbé 14° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et avoit produit 4° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 2° d'azote; l'autre avoit absorbé 18° de gaz oxygène, elle avoit produit 7° d'acide carbonique et 6° d'azote.

Il est donc bien prouvé que les salamandres *bien repues* produisent plus d'acide carbonique que celles qui sont *à jeun*.

§ XLI.

Je répétai cette expérience. J'avois une salamandre *bien repue*, je la renfermai dans un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure. J'avois depuis

24 jours des salamandres *à jeun*, elles avoient perdu par ce jeune au moins un tiers de leur volume ; je renfermai une de ces dernières de la même manière que la précédente, elles restèrent toutes deux dans cet état pendant 5 heures, la température étoit de 16°.

La salamandre *bien repue* absorba $12^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit $4^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. La salamandre *à jeun* absorba pendant le même temps $7^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit $3^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ XLII.

Il paroît donc encore que les alimens influent sur l'air qui enveloppe les animaux qui les ont pris, soit pour absorber plus de gaz oxygène, soit pour produire plus d'acide carbonique.

Les observations rapportées § XXXIII, sur la place et la couleur du sang des salamandres péries dans le gaz azote, et sous l'eau, et celles qui ont fait voir que les salamandres privées de leurs poumons périssoient plus tard quand elles étoient tenues plongées sous l'eau que lorsqu'elles étoient intactes § XXXIII, prouvent, comme M.r Goodwin l'a très-bien vu, que les animaux tenus plongés sous l'eau ne périssent, que parce que l'eau leur intercepte toute communication avec l'air, soit parce que l'eau peut remplir leurs poumons, soit parce que l'eau est un obstacle qui empêche l'air d'y entrer. Mais c'est un fait bien établi par mes expériences et par celles de plusieurs autres physiciens, qu'il n'y a que très-peu d'eau quelquefois, et le plus souvent point du tout dans le poumon des animaux submergés ; d'où il résulte,

suivant M.r Goodwin, que l'eau n'est que la cause indirecte de la mort des animaux noyés, et qu'elle n'est qu'un obstacle à l'entrée de l'air dans les poumons. Il sembleroit donc alors que les salamandres privées de leurs poumons devroient mourir aussi vîte sous l'eau que les salamandres qui les ont; cependant j'ai prouvé qu'elles mouroient plus tard, § XXXIII; cela arrive, sans doute, parce qu'après la suppression des poumons l'air ne peut plus y entrer, puisqu'ils n'y sont pas, au lieu qu'il pourroit y entrer et qu'il ne peut pas y pénétrer quand on les laisse à l'animal.

Il faut donc reconnoître que l'eau fait ici quelque chose de plus que ce qui est opéré par la suppression des poumons, quoique cependant celle-ci parut devoir produire un effet moindre, puisque dans l'autre cas les poumons sont intacts. On conviendra donc que les salamandres submergées tirent quelqu'avantage de la suppression de leurs poumons pour prolonger leur vie. Ne seroit-ce point parce qu'elles ont la propriété d'absorber le gaz oxygène par la surface de leur corps, comme j'aurai l'occasion de le prouver ? Ne seroit-ce point aussi parce qu'étant privées de leurs poumons, les salamandres reçoivent alors par la bouche avec l'eau le gaz oxygène qui lui est mêlé et qui ne peut pénétrer dans leur intérieur, quand elles ont leurs poumons ?

§ XLIII.

Il étoit important de rechercher l'influence du gaz oxygène sur le sang, puisque la circulation et la respiration ont des rapports si marqués entre elles.

Pour remplir ce but je plaçai deux salamandres sous un récipient plein de gaz oxygène, où je les laissai pendant une demi-heure, j'enfermai de la même manière deux salamandres dans l'air commun.

Je vis clairement que le gosier des salamandres placées dans le gaz oxygène se gonfloit et se dégonfloit plus souvent que celui des salamandres renfermées dans l'air commun, et que ces gonflemens étoient plus amples dans les premières que dans les secondes.

Au bout d'une demi-heure je coupai la tête aux 2 salamandres qui avoient été dans le *gaz oxygène*, et je fis sortir le sang par la plaie; il s'écoula avec abondance et une grande vîtesse, il étoit très-rouge.

Je coupai de même la tête aux deux salamandres qui avoient été dans *l'air commun* et *sous l'eau;* le sang qui sortit de la plaie étoit d'une couleur rouge fort obscure, tirant sur le noir, et il s'écoula avec lenteur.

Cette expérience montre non-seulement l'influence du gaz oxygène sur le sang, mais encore son action sur le système de la circulation.

§ XLIV.

Mais puisque le gaz oxygène a une influence si marquée sur le sang, le sang qui est dans l'animal en auroit-il une sur l'air qui l'environne ? Pour résoudre cette question, qui est vraiment curieuse, il auroit fallu avoir des animaux qui pussent vivre sans sang. Je me rappelois d'avoir vu vivre des grenouilles à qui j'avois fait perdre tout leur sang, je les avois vu nager, ce qui me fit penser qu'il pourroit arriver la même chose aux salamandres.

Je pris donc une salamandre, j'en fis sortir tout le sang, en la comprimant après lui avoir partagé le le cœur, je la plaçai sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure, je mis une autre salamandre intacte, d'un volume égal à celui de la précédente, sous un récipient de la même capacité, contenant le même volume d'air et fermé de même, je les laissai toutes deux dans la même clôture pendant 2 heures.

Au bout de ce temps la salamandre privée de sang étoit prête à mourir; j'examinai alors l'air ou ces deux salamandres avoient vécu.

La salamandre *privée de sang* n'absorba point de gaz oxygène mais elle absorba 5° d'azote et produisit 5° d'acide carbonique.

La salamandre *intacte* avoit absorbé 5° de gaz oxygène et avoit produit 3° d'acide carbonique.

§ XLV.

Je répétai cette expérience de la même manière, mais au lieu de laisser la salamandre privée de sang pendant 2 heures sous le récipient fermé par le mercure, je la laissai pendant huit heures, elle y étoit morte depuis quelques heures.

J'en examinai l'air comme le précédent, et je ne trouvai pas qu'elle l'eût altéré sensiblement, il y avoit seulement 1° d'acide carbonique.

§ XLVI.

Enfin je répétai l'expérience comme dans le §

XLIV, en prolongeant encore plus long-temps l'expérience.

Je mis donc la salamandre *privée de sang* sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air fermé par le mercure ; je disposai de la même manière une salamandre *intacte*, je les laissai pendant 11 heures, et je les trouvai toutes deux pleines de vie.

La salamandre *privée de sang* avoit absorbé 11° de gaz oxygène, et 3° d'azote ; elle avoit produit 7° d'acide carbonique.

La salamandre *intacte* avoit absorbé 13° de gaz oxygène et produit 5° d'acide carbonique.

Ces expériences prouvent donc que les salamandres *intactes* absorbent plus de gaz oxygène que celles qui sont *privées de sang ;* mais elles font voir aussi que ces dernières absorbent l'azote que les autres n'absorbent pas.

§ XLVII.

On sait bien que le mouvement du cœur a de l'influence sur celui de la respiration, mais nous avons eu aussi l'occasion d'observer qu'il n'en avoit pas toujours sur les couleuvres : il étoit donc nécessaire de rechercher celle qu'il auroit sur la respiration des salamandres.

Pour remplir mes vues j'attachai une salamandre par ses quatre pattes sur un petit cadre ; je mis le cœur à nu sans nuire à aucun de ses viscères ; je la plaçai de cette manière verticalement dans un vase avec le cœur tourné du côté de mes yeux ; je remplis

le vase d'eau pure, de façon que la salamandre y étoit plongée jusques au gosier. Le cœur qui avoit conservé son péricarde étoit sous l'eau, et la salamandre qui avoit la bouche hors de l'eau pouvoit respirer.

Je vis alors la peau qui recouvre le gosier se gonfler et se dégonfler, ce qui n'arrivoit pas lorsque la salamandre étoit entièrement submergée ; il faut observer qu'afin de rendre la salamandre plus libre, je l'avois attachée seulement par ses quatre pattes.

Dans cet état je comptai les battemens de cœur de la salamandre, et je vis qu'il y en avoit environ 42 ou 43 par minute ; alors je versai de la nouvelle eau dans le vase jusqu'à ce que la tête de la salamandre en fût couverte ; la respiration fut arrêtée pendant 2 minutes, mais les battemens du cœur continuèrent, et il y en eut 42 ou 43 par minute : seulement le gonflement de la peau du gosier cessa, mais au bout de deux minutes les battemens du cœur furent réduits à 28 ou 30 par minute ; je diminuai la quantité de l'eau, qui n'arriva plus qu'au dessous de la bouche, et les battemens du cœur ne furent plus que de 26 ou 27 par minute. Je submergeai de nouveau la salamandre, et les battemens du cœur furent réduits encore à 23 par minute ; mais en sortant l'eau du vase, de manière que cet animal n'en fût couvert que jusqu'au dessous du gosier, les battemens du cœur revinrent à 30, 31, 32 par minute ; je la submergeai encore entièrement, et les battemens du cœur furent d'abord réduits à 26 par minute ; j'ôtai encore l'eau jusques à ce qu'elle ne

s'élevât pas plus haut qu'au dessous du gosier, et ils revinrent à 28 et 30.

Quand la salamandre étoit entièrement sous l'eau, elle laissoit échapper quelques bulles d'air, mais il en est aussi sorti de la bouche quand elle étoit hors de l'eau. Les poumons sont restés mous pendant tout le temps de cette expérience, et ils contenoient peu d'air.

Cette suite d'observations prouve, que si les pulsations du cœur n'ont pas été constamment plus nombreuses quand la salamandre a pu respirer, elles l'ont pourtant été le plus souvent; mais c'est un fait certain que j'ai toujours vu, lorsque la salamandre étoit submergée, et qu'elle ne pouvoit plus respirer l'air, les pulsations du cœur étoient très-foibles, mais elles devenoient quelquefois très-fortes lorsque la tête de la salamandre étoit dans l'air, et qu'elle pouvoit le respirer. J'ai vu de même que lorsque la respiration étoit suspendue par la submersion totale, le cœur et l'oreillette devenoient d'un rouge noir, et que le rouge devenoit plus vif quelquefois, quand la salamandre pouvoit respirer l'air. Je coupai ensuite les poumons de cet animal, et alors les pulsations du cœur devinrent très-foibles et enfin très-rares.

§ XLVIII.

Cette expérience devoit être répétée, elle étoit trop importante pour se fier à une première vue, et trop délicate pour ne pas craindre quelques erreurs. Je la répétai donc de la même manière sur deux autres salamandres préparées comme celle que j'ai décrite dans le précédent paragraphe.

La première fut disposée d'abord avec la bouche hors de l'eau, et le cœur sous ce fluide; je comptai alors 37, 36, 35 battemens du cœur par minute; mais lorsque le cœur et la bouche étoient submergés je n'en comptai plus que 30, 32 et 33, cependant j'en comptai quelquefois 35; je mis alors la bouche de la salamandre hors de l'eau, et je comptai 36, 35, 34 battemens du cœur; il faut observer ici que la salamandre s'affoiblissoit. Je la submergeai pourtant encore totalement, et tout de suite je ne comptai plus que 30, 31, 32 battemens du cœur par minute.

Je vis clairement que le sang du cœur de l'oreillette et du bulbe de l'aorte étoit d'une couleur plus obscure lorsque la salamandre étoit entièrement submergée.

Enfin j'enlevai les poumons de la salamandre, et le cœur continua de battre comme auparavant.

J'observai rigoureusement les mêmes phénomènes sur la seconde salamandre lorsqu'elle avoit la bouche dans l'air et sous l'eau, comme lorsque je lui enlevai les poumons; mais il faut bien faire attention que le nombre et la force des pulsations diminuent dans les deux cas lorsqu'on prolonge l'expérience, parce que l'animal s'affoiblit toujours davantage.

Je conclus donc encore que quoique les battemens du cœur fussent plus fréquens lorsque la salamandre avoit la bouche hors de l'eau, le phénomène n'est pourtant pas constant; mais c'est peut-être parce que ces animaux n'ont pas besoin ou peut-être moins besoin de l'action des poumons pour exciter les battemens du cœur que les autres animaux.

Il est cependant certain que la couleur du sang

se change dans les salamandres lorsqu'elles sont plongées sous l'eau, et que cette couleur y devient alors plus obscure.

Quoique je n'aie pas examiné la circulation du sang dans le mésentère, il est bien sûr qu'elle doit être modifiée par les pulsations du cœur, lorsqu'elles deviennent plus ou moins nombreuses, ou plus ou moins foibles.

§ XLIX.

J'avois lieu de croire que la respiration influeroit sur les mouvemens du cœur, je pouvois encore m'en assurer par une autre voie. Le gaz oxygène pris par la respiration rougit le sang et change sa manière d'être; le sang ainsi changé peut et doit agir sur le cœur; il me falloit donc rechercher si le gaz oxygène auroit quelque influence sur le nombre et la nature des pulsations du cœur.

Mais comment faire cette expérience, je n'avois qu'un seul moyen, c'étoit de comparer l'action du gaz oxygène pur avec celle de l'air commun.

Pour remplir ce but je préparai une salamandre comme dans les expériences rapportées § XLVII et XLVIII, et je la plaçai de cette manière sous un récipient que je remplis à volonté d'air commun et de gaz oxygène. Je vis dans l'air commun que les pulsations du cœur étoient 38, 37, 36 par minute. Je mis ensuite la salamandre dans le gaz oxygène, et quoiqu'elle l'eût respiré long-temps, le nombre des pulsations n'en fut pas augmenté; et ensuite lorsque la salamandre s'affoiblit le nombre des pulsations diminua également dans l'air et dans le gaz oxygène: de sorte

qu'après avoir observé la salamandre dans les deux cas, et répété l'expérience, je trouvai toujours le même résultat.

§ L.

J'avois remarqué que le gosier d'une salamandre se gonfloit plus souvent et davantage dans le gaz oxygène que dans l'air commun, comme je l'ai déjà dit; mais je n'ai rien vu de pareil dans l'expérience du § XLIX, de sorte que la respiration ne me paroîtroit pas plus accélérée dans l'un de ces airs que dans l'autre.

§ LI.

A cette occasion je pus voir que le gonflement et le dégonflement de la peau sous le col des salamandres n'est pas toujours un signe de la respiration, parce que je n'ai pas pu saisir les rapports de son gonflement et de son dégonflement avec ceux du poumon; mais il faut aussi savoir que l'on n'aperçoit plus ces gonflemens et ces dégonflemens du col quand les salamandres sont forcées de rester plongées sous l'eau : alors il seroit possible que ces mouvemens de la peau indiquassent l'admission de l'air dans le poumon, mais non son entrée jusques dans le fond.

Il m'a paru nécessaire de faire cette remarque, pour prévenir les erreurs que sa négligence auroit pu faire naître.

§ LII.

Voici la description que j'avois faite des poumons d'une salamandre, dans mon livre *De Fenomeni della circolazione*, publié en 1775, et traduit dernièrement en françois par le Professeur Tourdes.

Les poumons de la salamandre sont deux petits sacs, ou des utricules membraneux, étendus sur la longueur de l'abdomen ; ils sont pour l'ordinaire gonflés et remplis d'air ; leur longueur est presque toujours de 2,7 centimètres, ou d'un pouce, mais quelquefois elle est plus grande. L'animal a le pouvoir de gonfler ses poumons et de les dégonfler suivant la quantité de l'air qu'il inspire et qu'il expire. Chacun des poumons a son trou artériel vers le dos, et il vient de là en droite ligne se rendre à l'origine du poumon pour s'y prolonger jusques à son extrémité : dans ce passage cette artère jette un grand nombre de rameaux, dont plusieurs font un angle un peu aigu avec le tronc ; quelquefois aussi l'angle est droit. Les parties du tronc de cette artère qui sont entre les rameaux qu'il jette, paroissent cylindriques, quoique le tronc considéré dans sa longueur ait une forme conique.

Je n'ai observé aucune pulsation dans le tronc ; le sang y couloit, mais au tiers du poumon vers son extrémité, le sang paroissoit arrêté dans le tronc et ses rameaux ; cependant, en se rapprochant de l'origine du poumon, on y remarquoit un petit mouvement qui se communiquoit à quelques rameaux. Les autres rameaux sembloient pleins d'un sang immobile ; mais en remontant davantage vers l'origine du poumon, on voyoit s'accroître graduellement la vîtesse du sang dans l'artère, et l'on y remarquoit plus particulièrement l'action du cœur.

Le mouvement du sang s'accéléroit, et l'accélération se manifestoit dans les ramifications à l'ori-

gine du poumon ; le sang artériel couloit très-rapidement ; sa rapidité augmentoit dans le systole, et quoique le sang passât du tronc dans les rameaux, sa rapidité ne paroissoit pas ralentie.

Une heure après que j'eus ouvert le corps de la salamandre, le sang cessa de se mouvoir dans une moitié du poumon, et dans l'autre moitié qui étoit la supérieure, sa course fut ralentie ; alors les effets du systole devinrent plus sensibles comme ceux du diastole ; dans celui-ci le sang s'arrêtoit et continuoit de couler dans le premier.

Après une autre heure le mouvement du sang pulmonaire devint encore plus lent, et au bout d'une nouvelle demi-heure, il y avoit à peine la septième partie du poumon où le sang coulât. Je remarquai bien qu'autant il s'avançoit dans le systole, autant il reculoit dans le diastole.

Le poumon étoit en partie flasque ; plusieurs ramifications des vaisseaux de l'artère pulmonaire contenoient alors peu de sang, et plusieurs d'entr'eux étoient vides. Expér. XVIII.

Il y a une particularité digne d'attention pour l'artère pulmonaire ; on y voit vers la moitié du poumon trois anévrismes ovoides assez grands ; lorsque le sang y entre, il y devient plus rouge ; et il y perd sa vîtesse, mais lorsqu'il en sort, il reprend sa rougeur et sa vîtesse.

Le poumon en se dégonflant se ride. Exp. XX.

On sait combien est belle la circulation du sang dans le poumon des salamandres ; combien l'appareil des vaisseaux artériels et veineux est facile à

voir; mais j'ai eu l'occasion d'observer encore que cette circulation augmente sa vîtesse par la chaleur, et qu'elle diminue par le froid.

§ LIII.

En pensant toujours à ce phénomène que j'ai voulu établir dans les mémoires précédens, je veux parler de l'absorption du gaz oxygène par les animaux vivans, indépendamment de leur respiration, il me vint dans l'esprit de faire l'expérience suivante sur les salamandres, pour le généraliser.

Je plaçai sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube, d'air commun, fermé par le mercure, une salamandre vivante, de manière, que le col et la tête fussent hors du récipient; je la laissai ainsi pendant 24 heures; je voulois voir si la salamandre altéreroit l'air par son corps sans l'influence de la respiration.

Je trouvai la salamandre morte, elle s'étoit tuée par une plaie qu'elle s'étoit faite au col.

J'examinai l'air du récipient, et je vis clairement, que la salamandre, ou plutôt la partie de son corps qui avoit été renfermée dans l'air, y avoit absorbé $5^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et y avoit produit $5^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ LIV.

Avant d'aller plus loin, je ne puis me dispenser de raconter un fait qui m'a paru bien extraordinaire, et qui m'a semblé augmenter le nombre des phénomènes surprenans que ces étonnantes salamandres présentent à l'observateur.

Je détruisis la moëlle épinière ou alongée à trois salamandres, en faisant passer un fil de fer au milieu des vertèbres; elles n'en moururent point; je coupai la tête à une d'elles; je fis passer par la section une aiguille dans le milieu des vertèbres du dos; à l'ordinaire dans cette opération qui les prive de la moëlle épinière, elles se tordent, sifflent, ont de violentes convulsions, mais par la décapitation et la destruction préalables de la moëlle épinière, elles n'éprouvèrent pas ces effets; cependant elles ne moururent pas d'abord; au bout de 24 heures, elles donnoient encore des signes de vie quand on les agitoit.

J'ouvris celle qui avoit été décapitée, et je vis les vaisseaux du mésentère, qui contenoient un peu de sang, et ce sang y circuloit.

§ LV.

Avant de terminer le récit de mes expériences sur les salamandres vivantes, je veux encore parler d'un phénomène qu'elles présentent; c'est celui de leur léthargie. Cet animal qui offre tant de sujets singuliers d'observations, en fera peut-être voir encore sous ce point de vue qui mériteront quelque attention.

§ LVI.

Quand je me suis occupé de cette recherche, j'ai toujours voulu connoître la chaleur intérieure des animaux qui étoient les objets de mes observations, et comme cette connoissance a déjà influé sur les idées que je me suis faites des animaux qui s'engourdissent par le froid, j'ai cru qu'il étoit nécessaire de commencer l'étude des salamandres en les con-

sidérant sous ce rapport par ce genre d'expériences.

Si l'on fait attention que la fréquence de la respiration est en raison de la chaleur de l'air, comme je l'ai fait voir § XXI, il paroît bien probable que la chaleur intérieure des animaux léthargiques doit être la même que celle de l'air atmosphérique, comme on l'observe dans les couleuvres, les grenouilles, et les crapauds; il suit de là, qu'il est impossible de leur assigner un degré particulier de chaleur, puisqu'il doit varier comme celui de l'atmosphère.

Je ne pouvois introduire un thermomètre dans le gosier d'une salamandre, pour déterminer précisément le degré de sa chaleur intérieure, parce que la boule de mes thermomètres, quelque petite qu'elle fût, étoit encore trop grosse; mais je forçai une salamandre à rester couchée sur le dos, et je la laissai pendant 2 heures dans cette position avec un thermomètre à côté d'elle et des ciseaux dont je voulois me servir; après ces 2 heures, je lui ouvris le ventre, de manière que la petite boule pût fermer l'ouverture que j'avois faites, cette boule étoit placée près du cœur; je laissai ainsi ce thermomètre dans la salamandre pendant un demi-quart-d'heure, le temps étoit bien suffisant après les précautions précédentes, pour faire exprimer au thermomètre la chaleur du milieu où il avoit été placé; il indiqua encore dans la salamandre le degré qu'il avoit indiqué lorsqu'il étoit à côté d'elle; il resta à 2°, je le retirai du ventre de la salamandre, et je le replaçai à côté d'elle, mais il ne changea pas son indication. Je puis donc conclure que la chaleur intérieure de la salamandre étoit égale à celle de l'air extérieur.

Ce phénomène me rendit attentif à la respiration de la salamandre; je la vis inspirer et expirer l'air, mais il arrivoit aussi qu'il se passoit 7, 8, et même 10 minutes sans qu'il entrât de l'air nouveau dans le poumon, et sans que celui qu'elle avoit inspiré en sortît; cependant je lui enlevai ses poumons qui étoient gonflés; il falloit donc qu'il n'y entrât que de l'air, et par conséquent que l'air inspiré s'en échappât; de sorte que l'air inspiré ne pouvoit pas porter beaucoup de chaleur à ce quadrupède par le moyen de la décomposition du gaz oxygène, quand on pense qu'il n'est que les 0,27 de l'air inspiré. On ne peut donc pas s'étonner si un $\frac{1}{10}$ de pouce cubé d'air commun inspiré par la salamandre et inspiré si rarement ne lui donnoit pas dans la température où mon expérience fut faite, une chaleur intérieure sensiblement supérieure à celle de l'air.

§ LVII.

J'ai vu les salamandres passer des semaines au fond de l'eau à demi-gelées sans venir respirer à la surface, mais quand je les transportai dans une température plus douce, elles venoient d'abord respirer à fleur d'eau. Je me suis assuré que ces animaux dans l'eau dont la température est à zéro, sont restés 15 jours sans respirer; je les ai même vus encore dans une eau à la température de $0^{\circ}\frac{1}{2}$ et de $0^{\circ}\frac{1}{4}$ rester 22 jours sans respirer.

§ LVIII.

En observant ce qui arrive aux salamandres mises dans l'eau pendant le froid, j'ai vu qu'à mesure qu'il

croissoit et s'approchoit de la température de zéro, elles perdoient leur vivacité, et que lorsque l'eau devenoit pâteuse en se gelant, les salamandres prenoient un état de torpeur complète.

§ LIX.

Ces connoissances ne me parurent pas suffisantes, elles étoient trop générales; il me falloit pouvoir juger l'effet successif du froid sur les salamandres.

J'avois des salamandres très-grosses, très-vives; je les mis dans l'eau refroidie à $-2^{\circ}\frac{1}{2}$. Dès ce moment elles cessèrent de venir à la surface jeter leurs bulles d'air par la bouche, et y inspirer du nouvel air comme on le leur voit faire au printemps et surtout en été.

Dans le même temps, je mis des salamandres sous un récipient plein d'air et fermé par l'eau à la même température, où elles restèrent 15 heures $\frac{1}{2}$, je les retirai gelées, dures et mortes; mais après avoir fait l'essai de l'air, je trouvai qu'il n'avoit pas souffert la moindre altération et par conséquent qu'elles n'y avoient pas respiré.

Ces mêmes salamandres dégelées sur mon fourneau, et mise sous le même récipient altérèrent l'air comme à l'ordinaire.

J'ai eu l'occasion de voir encore que ces salamandres qui sont pendant l'hiver cachées dans des trous, où elles sont immobiles étoient pourtant très-vives et très-agiles, pendant cette saison, dans des eaux thermales assez chaudes, où elles trouvoient une nourriture abondante.

Ceci peut faire croire que les salamandres léthar-

giques dans nos climats pourroient vivre dans des climats plus chauds sans éprouver cette léthargie, qu'une température froide paroît seule leur occasionner. Et pourquoi ne diroit-on pas cela des autres animaux léthargiques dans nos climats, si on les portoit dans des climats plus réchauffés ?

Ces salamandres des eaux thermales dont je parle ne sauroient être ni plus vives ni plus vivantes; elles trouvent dans le fond de ces eaux une nourriture abondante. Cependant entre les animaux léthargiques, ces salamandres sont les seules, aux environs de Pavie, qui ne soient pas soumises à cette léthargie; mais je ne prétendrai pas que les autres salamandres de ces cantons jouissent dans le même cas du même privilége que celles de ces eaux thermales, parce qu'il n'est pas facile d'imaginer cette heureuse combinaison dans les organes pour produire cet effet. Il y a dans ces eaux une très-grande quantité de ces salamandres; mon pêcheur m'a dit qu'il en avoit vu dans d'autres endroits, où il y a de même des eaux thermales.

Gleditsch rapporte qu'il a vu des grenouilles accouplées sur son fourneau pendant l'hiver à Berlin; ce qui fourniroit une autre preuve pour établir que cette loi de l'engourdissement pendant l'hiver n'est pas une loi absolue pour les animaux qui l'éprouvent. Il est bien possible que le phénomène produit par ces grenouilles s'observe aussi dans les salamandres tenues au même degré de chaleur; mais, dans cette eau thermale où l'on voit tant de salamandres, pourquoi n'y voit-on point de grenouilles? C'est cependant

un fait, il n'y en a point. Il pourroit bien arriver que les grenouilles trouvassent leur nourriture sur la terre, où elles mangent des insectes en sortant de l'eau ; mais dans l'hiver elles n'auroient plus cette ressource, au lieu que les salamandres, qui sont presque toujours dans l'eau, se nourrissent des insectes qu'elles y trouvent au fond.

§ LX.

Je veux chercher à présent quel est le degré de froid qui rend les salamandres léthargiques, et quel est le degré de leur léthargie.

Je mis dans la neige trois salamandres où je les laissai pendant quatre heures ; je ne les trouvai pas alors complétement léthargiques, elles cheminoient encore avec lenteur, et se replaçoient sur leurs jambes quand je les avois renversées sur le dos ; leurs yeux étoient ouverts, en un mot elles n'étoient pas, comme les grenouilles, complétement léthargiques au degré de la congélation.

§ LXI.

Je mis ensuite pendant trois-quarts-d'heure des salamandres dans la glace, elles n'y perdirent pas toute espèce de mouvement, mais on les voyoit encore se remuer avec une extrême lenteur.

§ LXII.

La température de l'air étoit de —5° ; j'exposai deux salamandres dans l'air à ce froid ; bientôt la queue, les jambes et la surface extérieure de leur corps gelèrent ; elles étoient dures et résistoient à la

pression ; je les transportai dans cet état à une température plus douce, elles y redevinrent animées; mais elles ne retrouvèrent pas leur première souplesse, ce qui prouve qu'elles avoient souffert par le froid. J'ai toujours vu que les salamandres complétement gelées ne reprennent plus la vie.

§ LXIII.

Pour m'assurer si les salamandres devenoient vraiment léthargiques près de la température de zéro, je mis une salamandre sous un récipient contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, à la température de $0^{\circ}\frac{1}{4}$, elle y resta six jours, et y conserva la vie; mais elle y absorba tout le gaz oxygène, ce qui prouve qu'elle avoit respiré et par conséquent qu'elle n'étoit pas complétement léthargique.

§ LXIV.

Il ne suffit pas de connoître un effet, il est souvent très-instructif de le suivre dans sa production; c'est dans ce but que je voulus suivre l'influence du froid sur les salamandres.

Je pris quatre salamandres, je les exposai dans l'air à une température de -3° pour observer les phénomènes successifs de leur léthargie.

D'abord leurs mouvemens se ralentirent; comme je les avois placées dans deux vases petits, larges et peu élevés, je pouvois aisément suivre tout ce qui leur arriveroit; au lieu de grimper les parois du vase pour s'échapper, elles s'agitèrent dans le fond, souvent elles se renversèrent, se replacèrent sur leurs pattes;

je vis bientôt leur peau se couvrir de glaçons; au bout de 15 minutes, leur mouvement se ralentit encore, les petits glaçons augmentèrent sur leur corps; leurs yeux se fermèrent. Après 30 minutes depuis le commencement de l'expérience, les quatre salamandres furent immobiles; l'extrémité de leur queue commençoit à geler; la même chose arriva aux doigts des pieds; au bout de 45 minutes les quatres salamandres furent parfaitement immobiles; l'endurcissement du bout de la queue et des pieds s'étoit accru et étendu.

Au bout de 60 minutes, leur immobilité fut absolue; elles ne donnèrent aucun signe de mouvement quand on les touchoit, et quand on les renversoit sur le dos elles y restoient.

Je coupai alors la tête à l'une de ces salamandres, elle ne fit aucun mouvement; je plantai une aiguille dans la moëlle épinière; elle ne bougea pas; j'ouvris le thorax, le cœur ne battoit plus, mais le sang qui sortit par la section de la tête n'étoit pas gelé. Je mis alors cette salamandre mutilée sur mon fourneau, le cœur recommença de battre et je comptai dans une minute 24 et même 31 pulsations; le gonflement et le dégonflement de l'oreillette étoient sensibles comme l'élévation et l'abaissement du cœur.

Pendant que je faisois ces observations et ces expériences, j'avois mis une autre de ces salamandres sur mon fourneau, elle donna quelques minutes après des signes de vie; avant d'être dégelée, elle étoit couchée sur le dos, mais elle se replaça sur ses pattes;

je lui coupai alors la tête, elle ne fit aucun mouvement, mais lorsque j'introduisis une aiguille dans la moëlle épinière, il y eut quelques mouvemens produits sur-tout à la queue; j'ouvris alors le thorax, le cœur battoit régulièrement; après ce premier mouvement, la salamandre resta immobile et renversée sur le dos; mais demi-heure après l'ouverture de la poitrine, le cœur continuoit de battre régulièrement et fréquemment dans ces deux salamandres, que j'avois placées sur un des angles du fourneau.

Après une heure et demie, je mis dégeler sur le fourneau la troisième salamandre; elle resta immobile après son dégel. Je l'ouvris sans lui couper la tête, et je vis que le cœur et l'oreillette étoient pleins de sang, que les pulsations étoient assez fréquentes et régulières; cet animal resta avec les deux autres sur le fourneau exposé à une chaleur de 12°.

Trois heures après le commencement de l'expérience, ou 2 heures après que les salamandres furent durcies par le gel, je fis dégeler lentement la quatrième qui avoit perdu, on peut le dire, tout sentiment depuis 2 heures et demie; je l'ouvris encore, le cœur ne battoit plus, mais quand il eut été découvert, le cœur et l'oreillette commencèrent à battre régulièrement; le cœur des trois autres salamandres continuoit à battre quand il étoit humecté. Douze heures encore après, le cœur des salamandres privées de leur tête battoit à peine; mais il continuoit à battre toujours dans les deux autres.

Voilà donc cinq heures pendant lesquelles le cœur de ces salamandres qui avoient perdu la sensibilité

et le mouvement musculaire de la bouche et du corps bat toujours, et que la circulation du sang se fait, au moins dans les grands vaisseaux. Il faut donc conclure que le mouvement du cœur subsiste dans ces animaux après la perte du sentiment et du mouvement des membres.

§ LXV.

Je voulus pousser ces expériences plus loin. J'exposai trois salamandres à la température de — 5°.

J'en retirai une dès qu'elle fut devenue complétement immobile; je la mis alors sur mon fourneau, mais un quart-d'heure après elle s'enfuit.

La seconde étoit devenue dure, cependant lorsque je la touchois elle s'attachoit un peu aux doigts par cette humeur blanchâtre qui sort de la surface de leur corps et qui étoit à moitié gelée : la forme de la salamandre étoit tortueuse, sur-tout vers la tête et la queue; l'animal étoit immobile et cassant : je mis cette salamandre sur le fourneau pour la dégeler, elle remua un peu l'extrémité des pieds, mais elle resta ensuite immobile. Je l'ouvris, le cœur battoit encore et chassoit le sang dans l'aorte, mais les pulsations étoient très-lentes. J'introduisis une aiguille fine dans la moëlle épinière, elle n'éprouva aucune convulsion.

Enfin la troisième resta trois heures exposée à la température de — 4°; elle étoit dure comme une pierre et elle ne donna pas le plus petit signe de vie quand elle fut dégelée. Le cœur, l'oreillette et l'aorte étoient pleins d'un sang noir et fluide, mais

ces organes n'avoient conservé aucune espèce de mouvement.

§ LXVI.

Je laissai pendant une nuit entière deux salamandres à la température de —3°, je les trouvai le matin dures comme des pierres; j'en coupai une en travers près du cœur, il étoit dur et gelé, les fluides eux-mêmes étoient changés en glace.

Je laissai l'autre salamandre se dégeler lentement sur mon fourneau; j'ouvris le thorax, le cœur ne battoit plus et il ne battit plus ensuite, il étoit comme l'oreillette vide de sang; en le touchant il sembloit une bouillie, tant il avoit été attendri par le froid. Ce qui montre que le cœur en gelant, perd la force qui lui est nécessaire pour agir.

§ LXVII.

Voici un phénomène qui me paroît encore mériter une grande attention et dont j'ai fait souvent l'observation avec un grand soin.

Je pris deux salamandres, je leur enlevai le cœur avec ses dépendances, le foie, les intestins, en un mot tous les viscères; je leur coupai les jambes et une partie de la queue, ensuite j'en exprimai tout le sang; la cavité de la bouche dans l'une d'elles étoit devenue blanche par la privation du sang; malgré tout ce désordre de leur organisation, elles étoient encore fort vives, je les mis dans cet état sous la neige pendant trois quarts-d'heure, je les trouvai léthargiques et immobiles quand je les en retirai.

Je les transportai alors dans une température plus chaude, et elles reprirent leur vivacité telle qu'elles l'avoient eue après l'opération; elles ouvrirent les yeux et sortirent de la léthargie où elles étoient tombées. Il est donc bien évident que le refroidissement du sang n'a pas produit leur léthargie. Je visitai ensuite la tête d'une de ces salamandres après leur réveil, il n'en sortit pas une goutte de sang.

Je remis encore cette même salamandre mutilée sous la neige et je l'en retirai après une heure de séjour dans cette froide température, elle étoit immobile, son corps étoit plié en cercle; je la plaçai ensuite dans une atmosphère réchauffée, et peu de de momens après elle reprit sa vigueur; elle contournoit le moignon de sa queue; elle allongeoit et retiroit la tête et la queue, je la mis sur le dos, elle fit des efforts pour se remettre sur le ventre, mais elle ne put y réussir parce que les pieds lui manquoient.

§ LXVIII.

Il falloit encore voir les salamandres devenir léthargiques dans d'autres circonstances, afin de rechercher plus sûrement les causes de ce singulier phénomène.

Je coupai la queue à une salamandre, je tirai tout le sang de cet animal, je détruisis sa moëlle épinière, en faisant passer un fil de fer au milieu du canal des vertèbres qui la renferme; je mis alors cette salamandre sous la neige; elle y devint léthargique, je la transportai ensuite dans un lieu réchauffé, elle y reprit son mouvement.

Que conclure donc de cette expérience, si non qu'il est impossible de recourir au système nerveux pour expliquer la torpeur de ces animaux exposés au froid; mais j'aurai bientôt l'occasion de m'occuper plus particulièrement de ce sujet.

§ LXIX.

Je coupai la queue à une salamandre dans un lieu où la température étoit de 10°; j'en exprimai tout le sang. Je vis alors l'extrémité de la queue se plier, former des spires, se dérouler; le reste de la queue avoit aussi un mouvement bien sensible, le tronçon s'élevoit, s'abaissoit, se tournoit à droite et à gauche. Je plaçai cette queue sous la neige pendant une heure; je l'en retirai, et je ne remarquai plus que quelques contorsions dans l'extrémité, mais dès que je l'eus remise à la température de 10°, elle recommença ses mouvemens comme auparavant.

Il paroît donc que cette portion de l'animal est affectée par le froid et la chaleur, comme l'animal entier, quoique cette portion eût été privée de tout son sang.

§ LXX.

Mais la chair de la salamandre éprouveroit-elle encore les mêmes effets par la chaleur et le froid, que l'animal entier et sa queue.

Je coupai la chair du tronçon de la queue, je la piquai à une température chaude et froide; mais je n'aperçus aucune trace d'irritabilité.

§ LXXI.

J'ai remarqué que les salamandres devenues lé-

thargiques étoient flasques, que leur chair ou leurs muscles ne faisoient aucune résistance, qu'ils étoient tout-à-fait mols ; mais quand cela seroit constant, cela ne prouveroit rien contre l'extinction de l'irritabilité par le froid, en supposant que cette extinction fût la cause de la léthargie des animaux que le le froid auroit pénétré, puis qu'alors toute irritabilité seroit suspendue; mais en s'occupant de la cause de ce phénomène, il ne faut pas perdre de vue que j'ai bien prouvé, § LXVIII, que la privation de la moëlle épinière n'empêche pas les salamandres de devenir léthargiques.

§ LXXII.

Je dois pourtant remarquer encore que j'ai vu une salamandre rester pendant une heure dans l'eau à 0° sans devenir léthargique, et elle auroit sûrement pris la fuite si elle n'avoit pas été retenue par le pied que j'avois attaché au fond du vase.

§ LXXIII.

Pour s'approcher de la solution de la question importante que présente la léthargie des salamandres, et peut-être celle de tous les animaux léthargiques, il étoit indispensable de chercher quelle seroit l'influence de la température sur la circulation; on est déjà conduit à cette recherche par l'observation que j'ai faite sur la cessation du mouvement du cœur.

Je pensai donc aux moyens de faire ces observations capitales; je découvris le mésentère d'une salamandre, et je suivis avec une lentille la circulation du sang dans ce viscère; j'étois dans mon ca-

binet, où la température étoit de $4^{\circ}\frac{1}{2}$; je vis qu'elle se faisoit bien dans les veines et les artères et que la couleur du sang étoit rouge.

Je transportai cette salamandre sur ma fenêtre, où le thermomètre étoit à -2°, et je la laissai à cette température pendant un quart-d'heure; de manière que le thermomètre qui touchoit la salamandre pendant l'observation étoit à -1°. La circulation se ralentit, mais elle continua à cette température, et l'impulsion du sang avec ses pauses furent manifestes dans les artères; le sang veineux oscilla clairement dans les veines. La salamandre et le mésentère n'étoient pas gelés, mais probablement ils se seroient gelés si je les avois laissés plus long-temps exposés à ce froid.

Enfin à la température $-1^{\circ}\frac{1}{2}$ la circulation du sang s'est arrêtée partout; cependant les vaisseaux ne s'étoient pas vidés de sang, ils en étoient encore pleins, par conséquent le sang ne s'étoit pas porté au cœur dans une plus grande abondance que dans les cas ordinaires; je ne nierai pas pourtant qu'il y eut dans le cœur et dans la veine cave plus de sang qu'il y en avoit au commencement de l'expérience.

La salamandre étoit devenue léthargique.

Je la portai à la température de 4°, et après 8 minutes, la circulation se réveilla, et elle se fit comme elle se faisoit d'abord; j'eus lieu d'observer que les vaisseaux du mésentère pendant la léthargie étoient bien loin d'être vides, quoique la circulation y eût cessé, mais ils n'étoient pas aussi pleins qu'auparavant.

Cette salamandre avoit été pêchée dans l'eau cou-

rante, il faut donc que le froid n'y eût pas atteint le degré de la congélation, puisque la circulation y étoit fort animée. Les salamandres qui restent pendant l'hiver sous la terre doivent continuer à être éveillées, puisque la température ne doit pas y arriver à 0°, et la circulation suivra son cours assez bien dans ces animaux, quoiqu'elle n'y soit alors jamais d'après mes expériences aussi vive que dans un milieu plus réchauffé.

§ LXXIV.

J'ouvris les tégumens du thorax d'une salamandre pour voir le cœur, que je laissai dans le péricarde; je fis l'expérience à la température de 4°, je comptai les battemens du cœur; il y en eut 30, 31, 29 dans une minute, et dans chaque systole du cœur, j'entrevis le sang qu'il poussoit dans l'aorte.

Je transportai la salamandre dans une température de $-1^{\circ}\frac{1}{2}$, comme j'avois fait § LXXIII, et je la laissai exposée à cette température pendant 20 minutes; alors j'observai à la lumière, ou par transparence ce qui arrivoit.

Le cœur ralentit successivement son mouvement, et ses pulsations devinrent plus rares et plus foibles; enfin au bout de ces 20 minutes il s'arrêta, quoiqu'il ne fût pas gelé, mais il faisoit encore une ou deux pulsations, quand je le piquai avec une épingle.

Il est bien sûr que la circulation du sang devoit s'arrêter quand le cœur cessoit de battre; la conséquence est immédiate et j'en ai la preuve, puisque lorsque j'eus transporté cette salamandre dont

je viens de m'occuper à la température de 4°, le cœur se ranima peu-à-peu, et recommença comme auparavant à battre avec vigueur.

§ LXXV.

Il me semble que je puis à présent prendre quelque confiance dans mon opinion, sur la cause de la léthargie des animaux léthargiques; je crois qu'elle ne peut être placée que dans la perte de l'irritabilité musculaire.

Cependant quoique je crois avoir déjà bien établi que le refroidissement du sang ne peut occasionner cette léthargie dans les salamandres et dans les grenouilles, puisqu'elles deviennent léthargiques quand on les place sous la neige après les avoir privées de leur sang, comme je l'ai prouvé pour les salamandres, § LXVII, et comme je le prouverai ensuite pour les grenouilles; cependant comme il pouvoit peut-être encore rester quelques doutes, et que le fait paroissoit très-important, je voulus répéter cette expérience avec plus de soin.

Je pris une salamandre qui vivoit à la température de 5° et qui étoit par conséquent assez vive; je l'ouvris, je lui perçai le cœur, et j'en fis sortir tout le sang qui pouvoit s'échapper par la compression. Pour être plus sûr que cet animal avoit perdu tout son sang, je lui coupai les jambes et la queue, et par de nouvelles compressions, je fis encore sortir tout le sang qui pouvoit s'écouler par ces nouvelles issues. Alors j'ensevelis cette salamandre et ses fragmens sous la neige, et je les laissai dans cet état pen-

dant une heure; je la retirai ensuite, elle étoit immobile; elle avoit les yeux fermés, et montroit tous les signes d'une profonde léthargie; je la plaçai sur mon fourneau à la température de 12°, elle s'éveilla bien vîte et quoiqu'elle n'eût que des moignons, au lieu de jambes elle se traîna cependant sur tout le fourneau.

J'observai néanmoins un phénomène, qui ne s'accordoit point avec mon opinion qui doit établir que la suspension de l'irritabilité est la cause de la léthargie; la fibre de cette salamandre au lieu d'être roide étoit flasque et molle, comme je l'avois remarqué dans mes *Opuscules de physique animale et végétale*, et comme je l'ai déjà observé. Seroit-ce donc le système nerveux qui seroit la cause de la léthargie par l'influence que le froid auroit sur lui? Mais j'ai déjà répondu à cette question dans mes expériences rapportées sur les salamandres décapitées et privées de la moëlle épinière, § LXIV et suivant. Il me semble donc que cette question sera résolue si l'on coupe la tête à une salamandre, et si l'on en fait sortir tout le sang, alors si la salamandre exposée au froid dans cet état devient léthargique, on ne pourra plus soupçonner que le sang et les nerfs influent sur cette léthargie.

Je coupai donc la tête à deux salamandres, à l'une à peine au-delà des yeux, mais j'ai vu que le cerveau avoit été entièrement emporté, je vis nettement le point blanc de la moëlle épinière après l'opération dans la partie retranchée; la salamandre me parut fort malade.

Je coupai la tête à l'autre au-delà de ce point, puisque j'emportai une partie de la moëlle épinière avec le cerveau, celle-ci avoit perdu en grande partie le mouvement quand je la mis à terre, elle ne marchoit plus, mais elle faisoit encore quelques contorsions. Cependant j'exprimai le sang de toutes deux par leurs plaies, et je les ensevelis dans la neige; elles y devinrent léthargiques et s'éveillèrent ensuite par la chaleur. Puis donc que ces salamandres n'avoient plus de cerveau et que leurs sens devoient être anéantis par cette opération, il paroît clair que leur cerveau et leurs sens n'ont pas influé sur leur léthargie, et je l'ai aussi bien prouvé par l'exemple, que j'ai donné de ces salamandres privées de leurs viscères, de leur tête et de leur moëlle épinière, dans les expériences que j'ai racontées § LXVII.

§ LXXVI.

Enfin, voici une belle preuve que le froid diminue beaucoup, s'il ne supprime pas entièrement l'irritabilité du cœur, de ce muscle destiné à la circulation du sang.

Plus le froid augmente, plus le cœur bat foiblement et lentement, et quand le froid devient plus aigu, il ne bat presque point; ensuite il recommence à battre en raison de l'adoucissement de la température; cependant dans ces deux cas le sang de la salamandre reste fluide, de sorte que l'on ne peut pas dire qu'il devient incapable de stimuler le cœur, puisqu'il conserve ses qualités; il faut donc que le cœur ait perdu la faculté d'être stimulé, de se contracter, et par conséquent d'être irrité.

J'ai observé le même phénomène sur une grenouille, mais je ne l'ai pas observé sur un rat, parce que sa chaleur intérieure le défendoit contre ce froid.

Pourquoi donc ce rat avoit-il cette chaleur interne qui manque à la salamandre ? Elle lui vient de l'air inspiré par les poumons; c'est le jeu seul des poumons qui produit tout cela dans le rat; c'est donc la construction et l'organisation des poumons qui est la cause de ce phénomène; le sang ne circule pas dans le poumon des grenouilles et des salamandres comme dans celui du rat, et la respiration n'est pas aussi nécessaire aux premières qu'au second. On peut comprendre ainsi comment la grenouille et la salamandre qui ont besoin d'une chaleur extérieure subsidiaire pour vivre et pour mettre en jeu le cœur et les autres organes, peuvent devenir léthargiques par la diminution de cette chaleur extérieure qui refroidit le cœur et les autres organes de ces animaux, en raison de l'augmentation du froid extérieur de l'air qui n'est compensé ou plutôt réparé par aucun autre moyen propre à reproduire la chaleur perdue. Cette explication me paroît s'adapter fort bien à tous les animaux qui n'ont pas de vrais poumons.

Et comment douter de l'action de la chaleur sur l'irritabilité ? Comment douter que la perte de l'irritabilité soit la cause de la léthargie, puisque la diminution de l'irritabilité produite par l'augmentation du froid diminue le mouvement du cœur et l'éteint tout-à-fait quand la léthargie est complète ? aussi l'animal devient-il alors sourd à tous les stimulans.

§ LXXVII.

Après ces recherches sur les salamandres léthargiques, il m'en reste encore une à faire sur les salamandres mortes, afin de juger leur influence sur l'air et y découvrir celle que les vivantes y peuvent avoir.

Je mis une salamandre fraîchement tuée sous un récipient fermé par le mercure, contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun. Je fis cette expérience le 12 février, 48 heures après j'examinai l'air et je trouvai qu'elle avoit absorbé $15^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 6° d'acide carbonique, elle commençoit à se pourrir.

Je renouvelai l'air du récipient, et 48 heures après la même salamandre, avoit absorbé 19° de gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique avec $5^{o}\frac{1}{2}$ d'azote; l'odeur étoit fort mauvaise.

Je renouvelai encore cet air, et 51 heures après je trouvai que cette salamandre très-puante avoit absorbé tout le gaz oxygène, et produit 6° d'acide carbonique.

Je renouvelai l'air, et 32 heures après la salamandre avoit absorbé tout le gaz oxygène, et produit 6° d'acide carbonique; la salamandre étoit réduite en bouillie.

Je renouvelai l'air et 24 heures après je trouvai que la salamandre avoit absorbé tout le gaz oxygène.

Cette absorption me parut encore trop considérable pour la suivre deux fois par jour, je mis donc cette salamandre réduite à cet état de bouillie dans

59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun; au bout de 28 heures elle y absorba 13° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique.

Je renouvelai cet air dans la même quantité, et au bout de 24 heures elle absorba $17^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit 6° d'acide carbonique : cette absorption est bien plus forte, puisqu'elle se fait sur cette quantité d'air commun.

Je renouvelai encore cet air, et 24 heures après il y eut 19° de gaz oxygène absorbé.

Je renouvelai cet air, et 12 heures après, il y eut 19° de gaz oxygène absorbé.

Je renouvelai cet air, et 13 heures après il y eut 16° de gaz oxygène absorbé.

Je renouvelai cet air et 12 heures après il y eut $16^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène absorbé.

Je renouvelai enfin cet air, et 12 heures après il y eut 16° de gaz oxygène absorbé.

Il paroît donc que l'absorption du gaz oxygène croît à mesure que la putréfaction augmente.

§ LXXVIII.

On a pu remarquer déjà que les salamandres mortes donnoient le gaz azote, et je l'ai confirmé par des expériences directes.

§ LXXIX.

Si l'organisation des salamandres contribue à l'absorption du gaz oxygène, qu'elles font dans leur état naturel par la surface de leur corps, il sembleroit qu'en produisant quelques changemens dans cette organisation, l'absorption du gaz oxygène devroit être aussi changée.

Je pris donc deux salamandres fraîchement tuées; j'en plaçai une dans son état naturel, sous un récipient fermé par le mercure, contenant 14,85 centimètres cubes, ou les $\frac{3}{4}$ d'un pouce cube d'air commun, j'en disposai une autre de la même manière après avoir été bien cuite dans l'eau; je les laissai pendant 30 heures sous ces récipiens, et j'en examinai ensuite l'air.

La salamandre *fraîchement tuée* absorba 14° de gaz oxygène.

La salamandre *cuite* absorba seulement 5° de gaz oxygène.

De sorte que les salamandres dans leur état naturel absorbent plus de gaz oxygène que celles qui ont été cuites.

§ LXXX.

Il n'étoit pas douteux que les fragmens de salamandres absorberoient le gaz oxygène, comme celles qui sont entières; cependant je voulus encore en faire l'expérience.

Je pris huit salamandres fort maigres, qui n'avoient pas mangé depuis plusieurs mois; je les coupai en trois morceaux, après en avoir arraché les poumons, coupé la tête et le col au-dessus des jambes antérieures, et le buste au-dessus des jambes postérienres; enfin retranché la queue au-dessons de ces dernières jambes.

Je mis chacune de ces parties sous un récipient séparé, et j'observai qu'à la réserve de la tête qui conserva du mouvement, après la section, les autres parties, le tronc et la queue, furent immobiles.

Tous ces fragmens absorbèrent le gaz oxygène comme les salamandres mortes.

§ LXXXI.

Pour terminer ces recherches sur les salamandres, il me falloit encore connoître l'action de la peau de ces animaux sur l'air commun.

Je pris trois salamandres que j'écorchai à la réserve de la queue, que je ne pus pas écorcher; je les mis sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure; je les y laissai 52 heures et j'essayai ensuite l'air.

Ces *peaux* absorbèrent tout le gaz oxygène, produisirent 16° d'acide carbonique et 15° d'azote.

§ LXXXII.

Il résulte des expériences renfermées dans ce mémoire:

1.° Que les salamandres viennent rarement respirer l'air à la surface de l'eau, quand elle est pure, et quand ces animaux ne sont pas en grand nombre dans le même vase;

2.° Qu'elles absorbent entièrement le gaz oxygène de l'air où elles sont renfermées, et rendent l'acide carbonique;

3.° Que dans le même temps elles absorbent plus de gaz oxygène dans ce gaz, et y produisent plus d'acide carbonique que dans l'air commun;

4.° Que la chaleur favorise l'absorption du gaz oxygène;

5.° Que les salamandres périssent au bout d'un temps assez long dans les gaz hydrogène et azote ;

6.° Qu'elles périssent de même dans l'eau souvent renouvelée, et qu'elle n'est alors qu'une cause indirecte de la mort des salamandres, qui y sont plongées ;

7.° Que l'air rendu par les salamandres est altéré ;

8.° Que les salamandres bien repues donnent plus de gaz acide carbonique que celles qui sont à jeun ;

9.° Que les salamandres privées de leurs poumons absorbent tout le gaz oxygène de l'air, mais que dans le même temps elles absorbent pour l'ordinaire moins de gaz oxygène que les intactes, et produisent autant d'acide carbonique ;

10.° Que les salamandres privées de leurs poumons périssent plus tard sous l'eau que les intactes, et vivent assez long-temps sans eux ;

11.° Les salamandres intactes absorbent plus de gaz oxygène, et produisent plus d'acide carbonique que celles qui sont privées de leur sang ;

12.° Le sang des salamandres qui ont respiré le gaz oxygène est plus rouge que le sang des salamandres qui ont respiré l'air commun, et la respiration des premières est plus vive ;

13.° Les pulsations du cœur se ralentissent quand la respiration se ralentit ou s'arrête ; il continue de battre quand le poumon est ôté ;

14.° Le gaz oxygène ne hâte pas les pulsations du cœur ;

15.° La chaleur intérieure des salamandres, est celle de l'air où elles sont placées ;

16.° Les salamandres ne viennent plus respirer l'air dans une eau refroidie à 2°;

17.° Les salamandres sont tout-à-fait léthargiques.

18.° La circulation du sang arrêtée par le froid ;

19.° Les salamandres privées de la tête, du sang et de la moëlle épinière, deviennent léthargiques par le froid, et reprennent la vie dans une atmosphère plus chaude ;

20.° Les fragmens d'une salamandre privée de la tête, de la queue, et de tous ses organes intérieurs deviennent léthargiques ;

21.° Le froid en suspendant l'irritabilité, est la cause de la léthargie des salamandres ;

22.° Le corps des salamandres vivantes absorbe le gaz oxygène indépendamment de la respiration ;

23.° Les salamandres mortes absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique, l'absorption du gaz oxygène croît avec la putréfaction ;

24.° Les salamandres donnent le gaz azote après la mort ;

25.° Les salamandres cuites absorbent beaucoup moins de gaz oxygène que les salamandres mortes qui n'ont pas été cuites :

26.° Les fragmens des salamandres mortes, comme leur peau, absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique avec l'azote.

MÉMOIRE X.

Sur la respiration des Grenouilles.

§ I.

Les salamandres ont fait voir des faits si peu attendus, si extraordinaires qu'il auroit peut-être été imprudent de les publier s'ils avoient été uniques dans l'histoire de la nature : il sembloit dont nécessaire de chercher s'il n'y auroit point d'autres êtres qui pussent les confirmer et les tirer de cet état d'isolement où ils auroient été forcés de rester ; mais les formules de la nature sont plus générales que nos observations, et on voit qu'elle les étend à plus d'une espèce ; c'est ainsi qu'elle offre un animal qui présente jusques à un certain point ces phénomènes étonnans, rapportés dans le mémoire précédent. La grenouille surprendra l'observateur comme la salamandre ; elle mettra sous les yeux des phénomènes aussi peu attendus, et elle fixera, comme elle, l'attention du naturaliste par l'intérêt qu'elle fera naître, et par les leçons importantes qu'elle donnera.

§ II.

Voici ce que j'ai appris des pêcheurs de grenouilles, qui doivent être instruits de ce qu'ils rapportent, puisque cette pêche est leur profession journalière.

Ils ont coutume de prendre les grenouilles dans les rivières peu éloignées de Pavie, et dans les fossés de l'Oltrepô. Les premières sont petites, les secondes sont grosses.

Pendant l'hiver les petites ne se trouvent pas dans l'eau des fossés des rivières, comme elles y sont en été, mais elles sont sous la fange de ces endroits qu'elles choisissent pour leurs retraites dans cette saison. Les pêcheurs qui ont quelqu'expérience connoissent facilement les lieux où ces animaux se cachent.

Chaque grenouille perce avec son museau cette terre humide ; elle s'y enfonce plus ou moins, et y laisse un trou bien ouvert comme celui que les taupes font à leur galeries ; de sorte que les grenouilles seroient des espèces de taupes dans leur manière de se nicher sous la terre; aussi en enfilant ce trou qui plonge en terre; on trouve la grenouille dont le museau est toujours tourné vers cette partie supérieure de leur habitation qui est plus crevassée, et qui laisse par conséquent un libre passage à l'air.

A mesure que le froid augmente, la grenouille s'enfonce, et la grenouille n'est plus dans l'eau mais dans la terre molle; le gel ne pénètre pas dans sa retraite parce qu'elle le prévient en s'enfonçant toujours davantage. En vain il y a un pied de neige sur les risières ; en vain la terre y est gelée avant d'être couverte par la neige, les grenouilles se trouvent toujours dans une terre tendre. Aussi quand on prend les grenouilles en hiver, on ne les trouve pas dans un état complétement léthargique. Il est pourtant vrai que lorsqu'elles sont libres dans cet état elles ne sautent pas, mais elles alongent leurs membres, et quand on les met sur le dos elles se replacent sur leurs pattes.

On trouve quelquefois alors les grenouilles dans un groupe, quelquefois trois ensemble l'une sur l'autre, mais chacune d'elles est retirée sur elle même, et ses membres sont rapprochés du corps; quelquefois dans les grands froids on les trouve mortes dans leurs trous, et quelquefois elles reprennent la vie en les réchauffant quoiqu'elles soient encore gelées.

Elles gagnent leurs retraites d'hiver au mois d'octobre, quand les gelées blanches commencent à couvrir la campagne, elles y sont légérement recouvertes de terre, et quand il n'y a pas un trou au dessus du lieu qu'elles habitent, elles y ont une terre mince et fendillée qui le remplace.

§ III.

Les grenouilles de l'Oltrepô sont les dernières à se cacher en automne, et les premières à paroître au commencement du printemps; on les pêche pendant l'hiver sur les rives des fossés, mais jamais dans l'eau; elles se cachent dans la vase, et elles y sont dans l'état des grenouilles des rivières. Elles sortent quelquefois pendant l'hiver quand la température est douce et le soleil brillant. Elles se cachent sous terre, plutôt ou plus tard, suivant que la saison est plus ou moins froide. Les lézards sortent de leurs trous avant elles.

§ IV.

Il paroît qu'il faut distinguer dans la vie des grenouilles deux manières d'exister; celle qui dépend de leur sensibilité pendant la saison chaude, et celle de la léthargie, ou celle qui est moins vive et moins active que la première pendant l'hiver; dans cet état

de torpeur, le froid qui les atteint communément est environ de 4° au dessus de zéro; alors la circulation du sang subsiste avec une vîtesse à la vérité fort retardée, mais toujours suffisante pour la conservation de leur vie et de leur respiration, comme j'aurai l'occasion de le faire voir.

§ V.

Les pêcheurs connoissent, comme je l'ai déjà dit, la retraite des grenouilles pendant l'hiver dans les risières par une élévation de terre qu'ils appellent *tuppa ;* elle est plus ou moins grosse, elle est au moins comme le poing, et déborde le plan du terrein de deux ou trois travers de doigt.

J'ai appris que l'on ne trouve pas toujours cette élévation sur la retraite des grenouilles, mais on y rencontre quelquefois un petit creux ; il est probable que cette élévation s'affaisse sur le trou qu'elle recouvre.

Ces preneurs de grenouilles ont un petit bâton armé à son extrémité de deux crochets de fer, avec lesquels ils ouvrent cette élévation sur laquelle on voit, comme ils le disent, un petit trou qu'ils appellent *il respiro della rana*. Ce trou est quelquefois tortueux, et quelquefois droit ; il conduit à une profondeur plus ou moins grande, suivant le froid, et l'on arrive avec le bâton jusqu'à la grenouille que l'on prend et que l'on tire dehors avec les crochets.

On m'a dit aussi que l'on avoit trouvé dans les risières des crapauds enterrés comme les grenouilles, et avec la même élévation de terre sur leur habitation.

§ VI.

On m'a assuré que dans les grands froids les grenouilles ont des glaçons dans le ventre, comme je l'ai vu en les faisant geler; mais lorsqu'elles sont dans cet état en les mettant dans l'eau elles reprennent la vie ; cependant quand elles gèlent complétement, elles ne peuvent plus être ranimées, et l'on a vu souvent les grenouilles périr presque toutes dans les grands froids.

On a trouvé des grenouilles dans les glaçons, mais elles furent sans doute surprises par le froid, qui ne leur laissa pas le temps de fuir dans leurs retraites.

§ VII.

Comme on trouve les grenouilles quelquefois entiérement gelées et mortes, il faut, ou que la terre dans laquelle elles se sont cachées n'ait pas été recouverte de neige, où qu'elles n'aient pas pu se faire une retraite convenable, ou s'y réfugier quand le froid les saisissoit.

§ VIII.

Ballerino, le plus adroit et le plus expérimenté de mes pêcheurs, en m'apportant des grenouilles pendant l'hiver, m'apporta un petit sac du sable où il les avoit prises ; je mis ce sable dans une caisse après l'avoir humecté, suivant le conseil de cet homme instruit, qui me fournit ainsi un moyen de conserver ces animaux pendant l'hiver ; je mis mes grenouilles sur ce sable ; le jour suivant elles commencèrent à s'y cacher, et ensuite elles s'y cachèrent toujours davantage à mesure que le froid augmenta. Il y en eut

cependant qui restèrent presque à la surface du sable.

J'en tirai quelques-unes de leurs trous ; la température étoit de 5° ; je leur trouvai les yeux fermés ; elles étoient ramoncelées sur elles-mêmes ; elles étoient devenues plus dures et plus sèches ; mais lorsque la température se fut adoucie, j'ai vu ces grenouilles venir à la surface du sable, et loin de vouloir s'y cacher de nouveau, elles cherchoient à fuir ; elles avoient repris leur mollesse ; leurs yeux s'étoient ouverts, elles sautilloient. Le thermomètre étoit alors à 4° ; mais j'en vis aussi qui n'avoient que la moitié du corps hors de leur tron, leur tête et leur col étoient seulement à l'air.

§ IX.

Les grenouilles que j'ai dans le sable humide, et qui y sont à une température de 2° y sont pourtant plus ou moins enfoncées ; quelques-unes sont à la profondeur de 2,85 centimètres, ou d'un pouce et demi, elles n'y ont pas les yeux fermés, elles n'y sont pas léthargiques, mais on leur voit les pieds rapprochés du corps qu'ils touchent ; quand je les ôte de leurs trous, elles alongent alors les jambes et font quelques pas, leurs muscles sont un peu plus durs, et elles n'ont pas cette apparence solide que l'on observe quand elles sont léthargiques.

§ X.

J'ai remarqué que toutes mes grenouilles enfoncées dans le sable avoient dans leurs trous, comme je l'ai dit, le museau tourné vers le haut du trou, sans doute pour y jouir du bénéfice de l'air.

§ XI.

La température étoit de 2°; je tirai alors du sable dont j'ai parlé deux grenouilles. Non-seulement je remarquai la dureté de leurs muscles, mais encore j'observai l'alongement de leurs jambes postérieures et leur permanence assez longue dans cet état d'alongement. Les jambes et les cuisses me parurent séches, ce qui ne se voit pas de même quand ces animaux sont bien éveillés.

§ XII.

J'ai parlé du sable terreux et de son humectation nécessaire avant d'y placer les grenouilles, pour leur en rendre le séjour plus agréable; j'ai eu la preuve de la nécessité de l'humecter. La surface se sécha par l'évaporation, la température étoit alors entre 9° et 10°, toutes les grenouilles étoient éveillées et se tenoient sur la surface, cependant les plus petites périrent, parce qu'elles furent privées d'humidité; les grandes s'étoient rapprochées en monceaux, de cette manière elles se desséchoient moins.

Il paroît donc que l'humidité est nécessaire à ces animaux pour vivre, et l'on comprend ainsi, pourquoi une grenouille dans une chambre sans humidité se dessèche bientôt et y périt. Voilà encore pourquoi les grenouilles habitent les eaux, les marais et les lieux marécageux.

Il paroît que les grenouilles transpirent beaucoup, et qu'elles ont besoin d'absorber l'humidité qui les environne; celle de l'air ne peut seule leur suffire; ce qui fait supposer dans ces animaux un grand nombre de vaisseaux exhalans et absorbans.

On observe à peu près la même chose dans les salamandres ; au contraire les couleuvres qui vivent beaucoup dans l'eau, où elles trouvent leur nourriture, peuvent vivre long-temps dans une caisse au sec avec toute leur vivacité, comme les couleuvres terrestres.

Si les petites grenouilles se dessèchent plus vîte que les grosses et meurent plus promptement, c'est parce que leur surface offre plus de prise à l'air ambient pour les dessécher que celle des grosses relativement à leurs volumes.

J'ai pu voir le besoin que les grenouilles ont de cette humidité et l'instinct qui les porte à la rechercher; toutes celles qui s'échappent de leurs caisses se réfugient dans tous les lieux humides de l'appartement, et se rassemblent sur-tout chez moi sous mon appareil hydro-pneumato-chimique, où elles se cachent dans les environs qui sont mouillés.

§ XIII.

Les grenouilles mises sous des récipiens pleins d'air fermés par l'eau, n'y font pas beaucoup élever l'eau pendant leur séjour ; je les trouvai moribondes au bout de 6 jours ; elles y étoient ramoncelées, et elles y périrent après le septième jour de leur clôture.

En les retirant, je remarquai que les petites grenouilles étoient mortes les premières, que les grandes périrent plus tard, peut-être parce qu'elles étoient plus robustes; mais peut-être aussi parce que, comme il y avoit de l'eau dans l'intérieur du vase, les petites grenouilles furent les premières qui restèrent

plongées sous l'eau, et que les grosses en furent plus long-temps dehors ; de sorte que la submersion fut plus tard la cause de leur mort; ce qui prouveroit toujours que les grenouilles qui seront les mieux closes seront aussi les premières mortes.

§ XIV.

Il est aisé de comprendre que la durée de la clôture des grenouilles dans l'air commun doit en mettre dans l'altération qu'il éprouve, puisque les grenouilles y auront respiré plus long-temps.

Une grenouille mise sous un tube contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, fermé par le mercure et laissée sous cet appareil pendant 24 heures, y absorba $15^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et y produisit $5^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec $1^{o}\frac{1}{2}$ d'azote.

Une autre grenouille semblable, disposée rigoureusement de la même manière que la précédente, et laissée sous l'appareil pendant 32 heures, absorba 19° de gaz oxygène, et produisit 9° d'acide carbonique avec 9° d'azote.

§ XV.

Pour établir l'influence du gaz oxygène sur la respiration des grenouilles, il falloit comparer l'effet produit sur les grenouilles par le gaz oxygène pur avec celui que produiroit l'air commun sur elles.

Je fis cette expérience avec un grand soin, j'enfermai une grenouille dans un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri, et plongeant par son bouchon dans un vase plein d'eau, il contenoit 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz oxygène; je

renfermai de la même manière une grenouille égale et semblable à la précédente dans un flacon semblable contenant la même quantité d'air commun.

Mon but étoit de mesurer la durée de leur vie, et l'état de l'air où ces grenouilles auroient vécu.

La grenouille placée dans *l'air commun* y vécut 62 heures, elle avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit 10° d'acide carbonique et 3° d'azote

La grenouille qui avoit été placée dans le *gaz oxygène* y vécut 140 heures, elle avoit absorbé 68° de gaz oxygène et produit 20° d'acide carbonique, avec 48° d'azote : cet azote est vraiment en très-grande partie le produit de la grenouille, puisque dans mon gaz oxygène, il n'y avoit pas un dixième d'azote.

Cette grenouille périt dans ce gaz, quoiqu'il restât 32° de gaz oxygène; ce n'est donc pas parce que ce gaz manquoit, puisqu'il n'y en a que 20° dans l'air commun ; il paroît donc que c'est l'abondance de l'acide carbonique mêlé avec lui qui fut la cause de la mort de cet animal.

§ XVI.

Je mis une grenouille dans 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz hydrogène fermé par le mercure ; je la trouvai au bout de deux jours prête à périr, ce qui prouve que quoique la vie de ces animaux se prolonge assez dans ce gaz, ils y vivent moins long-temps que dans l'air commun ; sans doute les gaz acide carbonique et azote formés dans l'expérience du § XV leur nuisent plus que le gaz hydrogène.

J'observerai qu'ayant retiré cette grenouille et quelques autres placées sous des appareils semblables hors de leur clôture, un jour après leur mort, je vis que le cœur de ces animaux ne battoit plus spontanément, mais qu'il recommençoit pourtant à battre quand on l'irritoit, et l'irritabilité se manifestoit encore dans les muscles des cuisses et des jambes quand on les irritoit, ou quand on les coupoit.

§ XVII.

J'avois remarqué que les grenouilles mises sous l'eau dans un récipient où l'eau étoit recouverte par le gaz hydrogène, préféroient avoir la tête dans ce gaz plutôt que d'être plongées sous l'eau; cela me fit naître l'idée que peut-être elles respiroient ce gaz, et je voulus vérifier ce soupçon.

Je pris une grosse grenouille que je plongeai sous l'eau et à qui je fis rendre tout l'air qu'elle pouvoit avoir dans les poumons; je la fis alors passer sous l'eau dans un récipient dont les deux tiers étoit pleins d'eau et l'autre tiers de gaz hydrogène.

Je vis clairement qu'elle l'inspiroit et qu'elle se gonfloit en l'inspirant, cependant elle ne fut pas autant gonflée qu'elle l'avoit été dans l'air commun.

Je la fis alors passer sous l'eau après l'avoir retirée du récipient où elle étoit sous un autre récipient plein d'eau, je lui fis rendre sous l'eau le gaz qu'elle avoit inspiré; je le recueillis avec soin, je répétai plusieurs fois la même manœuvre, en faisant repasser la grenouille sous l'eau dans le premier récipient qui contenoit le gaz hydrogène, pour la ramener dans

le second, et lui faire dégorger l'air qu'elle auroit pu y avoir inspiré et dont elle se seroit gonflée ; j'obtins de cette manière 14,85 centimètres cubes, ou les trois quarts d'un pouce cube de gaz, que j'allumai avec une bougie, il brûla complétement et détonna comme le gaz hydrogène mis sous le même récipient. Les couleuvres produisent le même effet de la même manière.

§ XVIII.

Je remplis deux récipiens contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce et demi cube de gaz hydrogène fermé par le mercure ; je mis dans chacun d'eux une grenouille vivante, je voulus voir si pendant leur séjour dans ce gaz, elles y produiroient l'acide carbonique.

Je les laissai de cette manière dans ce gaz pendant deux heures ; je l'essayai et je trouvai que la plus petite grenouille avoit produit $5^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et la plus grosse $4^{o}\frac{1}{2}$.

Cette expérience ne me parut pas d'abord exacte, parce qu'il pouvoit y avoir dans le poumon de ces grenouilles quelques parties d'acide carbonique.

En réfléchissant sur mon scrupule, je pensai à dégonfler les poumons de ces deux grenouilles sous l'eau ; la quantité de l'air qu'ils contenoient étoit à peine de $1^{o}\frac{1}{2}$ de l'eudiomètre que j'avois employé, divisé en 100 parties et contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air. J'essayai l'air d'une grenouille respirant librement dans l'air et je trouvai qu'il y avoit infiniment peu, ou plutôt point d'acide carbonique dans l'air que je

lui fis expirer. Je recueillis les bulles d'air que les grenouilles laissent échapper sous les récipiens pleins d'eau, et renversés dans l'eau sur leur ouverture; j'eus le même résultat que le précédent; d'où je conclus que ce gaz acide carbonique que j'avois obtenu étoit produit par l'organisation animée de ces grenouilles, puisque ces grenouilles n'avoient pas perdu la vie; puisque 2 heures après elles furent aussi bien portantes qu'elles l'eussent jamais été.

§ XIX.

En suivant cette expérience je fus dans le cas de faire deux observations.

Comme le ventre de ces grenouilles étoit tourné de manière que je le voyois sans bouger le récipient, je cherchai à observer si elles respiroient, et je trouvai véritablement qu'elles respiroient de temps en temps; ces grenouilles étoient assez gênées, de sorte qu'elles ne pouvoient changer de place, et me fournissoient ainsi les moyens de voir leurs flancs se gonfler et se dégonfler jusqu'au-delà de la racine de leurs jambes antérieures; j'observai de même le mouvement correspondant du gosier qui se fait pourtant quelquefois sans le mouvement du poumon; de sorte qu'après avoir prouvé, § XVIII, qu'il y a du gaz hydrogène dans les poumons des grenouilles placées dans ce gaz, je montre à présent qu'il y est entré par le moyen qui y introduit l'air commun.

§ XX.

La seconde observation que je fis est vraiment neuve; comme la partie de la poitrine au dessus du

cœur des grenouilles étoit tournée de mon côté, je vis la peau d'un côté de la poitrine s'élever et s'abaisser régulièrement, et me dénoncer les battemens du cœur de ces grenouilles dans le gaz hydrogène. Pour m'assurer que je ne m'étois pas trompé, j'ouvris une autre grenouille, je vis bien que le lieu où j'avois aperçu le mouvement de la peau étoit bien celui du cœur. Je comptai les pulsations, et j'en trouvai 32 dans une minute; mais elles sont bien plus fréquentes dans l'air commun, comme j'aurai l'occasion de le dire ailleurs; il est vrai que la grenouille étoit depuis un quart-d'heure dans le gaz hydrogène lorsque je fis cette remarque, mais il en résulte toujours que la grenouille respire le gaz hydrogène, et que son cœur bat quoiqu'elle ne respire pas l'air commun.

§ XXI.

Mais qu'arrivera-t-il à une grenouille dans le gaz azote ? J'en plaçai une dans ce gaz comme j'avois placé les deux autres dans le gaz hydrogène. La grenouille périt au bout de trois-quarts-d'heure, et le sang pulmonaire, comme celui de l'oreillette, étoit noir. Une salamandre y mourut seulement au bout d'une heure et demie.

§ XXII.

Une autre grenouille vécut 96 heures sans périr dans le gaz hydrogène à la température de $1^{\circ}\frac{1}{2}$.

Je pouvois sans doute conclure, que les grenouilles inspireroient le gaz acide carbonique comme elles ont inspiré le gaz hydrogène, mais je ne crus pas devoir

me dispenser de faire cette expérience, parce que ces fluides gazeux peuvent différer à beaucoup d'égards par leur action particulière sur les diverses espèces d'animaux ; les conclusions générales sont toujours dangereuses en histoire naturelle, quand les cas ne sont pas rigoureusement semblables.

Je fis donc cette expérience comme j'avois fait celle du § XVIII, je vidai une grenouille sous l'eau de tout l'air qui pouvoit être dans ses poumons ; je la fis passer sous un récipient, dont les deux tiers étoient remplis d'eau et dont l'autre tiers étoit rempli d'acide carbonique en contact avec l'eau.

Quand la grenouille eut resté un quart-d'heure dans l'acide carbonique, je la retirai, mais je ne pus jamais faire sortir une seule bulle d'air de la bouche ; je fis repasser plusieurs fois la grenouille sous le récipient où étoit l'acide carbonique, mais ce fut inutilement que je la comprimai après l'avoir retirée de dessous le récipient, elle ne donna jamais une seule bulle de ce gaz. Il paroît donc que les grenouilles qui inspirent le gaz hydrogène, n'inspirent pas l'acide carbonique.

Pourquoi donc cette différence entre ces deux gaz ? Quelle est la cause de cette différence ? Ne seroit-ce point parce que l'acide carbonique produit à l'entrée des poumons, et même dans la bouche des grenouilles, une sensation vive et douloureuse, qui ne leur permet pas de respirer ce gaz, ou qui met un obstacle à l'inspiration? Mais quoiqu'il en soit les grenouilles viennent pourtant à la surface de l'eau et mettent la tête dans ce gaz.

J'ai répété cette expérience de la même manière et avec les mêmes résultats sur les couleuvres ; mais il m'est arrivé avec deux d'entr'elles, que l'une est restée un quart-d'heure et l'autre une demi-heure sous l'eau sans venir à la surface, elles y étoient ramoncelées autour d'elles-mêmes, et avoient la tête sous les spires qu'elles formoient avec leur corps ; ensuite elles portèrent la tête et la partie supérieure de leur corps dans l'acide carbonique.

Ceci sembleroit prouver que les couleuvres n'ont pas besoin de venir respirer l'air aussi fréquemment que les grenouilles ; ce qui pourroit être occasionné par la prodigieuse longueur du poumon des couleuvres ; la quantité d'air qu'elles y renferment peut leur suffire pendant un temps plus long. Cependant cela ne s'accorde pas avec la manière dont l'expérience a été faite, puisque les couleuvres privées de l'air contenu dans leur grand poumon ne tiroient alors aucun avantage de sa grandeur, pour vivre plus long-temps dans cet état.

§ XXIII.

Les grenouilles sont souvent les habitantes des eaux ; après avoir suivi l'influence des substances aériformes sur elles, il est nécessaire de rechercher celle de l'eau qu'elles aiment.

Je tins plongées sous l'eau deux grenouilles à la température de 5°, je changeai 2 fois l'eau pendant les 24 heures qu'elles restèrent dans cette situation : au bout de ce temps une de ces grenouilles me parut morte, mais l'autre donna encore des signes de vie.

§ XXIV.

Je répétai cette expérience et j'en suivis attentivement toutes les circonstances.

J'obligeai les grenouilles à rester submergées en les retenant par un fil attaché à une de leurs jambes, qui les fixoit au fond du vase.

Quand les grenouilles furent sous l'eau, elles laissèrent échapper beaucoup d'air par la bouche ; leurs poumons qui étoient gonflés quand je les submergeai se vidèrent, et elles perdirent la plus grande partie de l'air contenu dans leur corps.

Au bout d'une demi-heure d'immersion, les grenouilles firent les plus grands efforts pour venir respirer à la surface de l'eau.

Enfin après 52 heures d'immersion, deux de ces grenouilles plongées sous l'eau périrent, quoique cette eau eût été toujours renouvelée.

Je fus curieux ensuite de connoître l'état des viscères de ces grenouilles ; à l'ouverture de l'une d'elles, je m'aperçus de quelques restes de vie ; je ne trouvai point d'eau entre les muscles et la peau, mais il y en avoit assez dans l'abdomen. Le cœur seul donna quelques marques d'irritabilité ; le cœur et l'oreillette étoient pleins d'un sang noir.

Dans une autre grenouille parfaitement morte, le cœur ne donna aucune marque d'irritabilité, je n'en observai point dans les autres muscles, mais je remarquai toujours les autres phénomènes que j'ai décrits dans la précédente.

§ XXV.

Je variai l'expérience ; dans la précédente l'air reposoit sur l'eau où les grenouilles étoient submergées ; dans celle-ci les récipiens furent complétement pleins d'eau et renversés dans un vase plein d'eau sur leur ouverture. Dans la précédente expérience, la température étoit celle du commencement du printemps ; dans celle-ci elle fut à 20°.

Je mis donc deux grenouilles sous un récipient plein d'eau contenant 990,84 centimètres cubes, ou 50 pouces cubes de ce fluide ; je mis aussi dans l'eau une seule grenouille sous un récipient plein d'eau et renversé sur son ouverture comme le précédent ; celui-ci contenoit 693,58 centimètres cubes, ou 35 pouces cubes de ce fluide.

Après l'élancement de ces grenouilles pour gagner le haut du récipient, elles tombèrent immobiles au fond du vase, et périrent au bout d'une heure sans retour ; ce fut en vain que je les exposai à l'air, elles ne reprirent plus la vie.

§ XXVI.

Pendant le même temps il me vint dans l'esprit de chercher ce qui arriveroit à des grenouilles plongées dans un étang d'une eau très-pure, retenues sous l'eau à la profondeur de 5,14 décimètres, ou d'un pied et demi, par un fil attaché à une de leurs jambes; la température y étoit de 20°.

Les trois grenouilles qui servirent à cette expérience furent trouvées mortes et roides au bout de 12 heures ; je craignis qu'il ne fût arrivé quelque

chose qui eût accéléré leur mort ; aussi je répétai cette expérience de la même manière dans le même étang, et je trouvai les grenouilles mortes 4 heures $\frac{1}{2}$ après les y avoir submergées.

Je comparai ensuite la durée de la vie de ces grenouilles submergées dans un étang avec celle de ces animaux submergés dans des vases, et je trouvai qu'ils vivoient dans les vases un temps quadruple, quoique la température fût à peu près la même dans ma maison et près de l'étang.

§ XXVII.

Après avoir vu périr les grenouilles submergées, je me demandai : périront-elles également vîte dans l'eau commune et dans l'eau bien bouillie? On sait que ces deux eaux diffèrent par la quantité de l'air qu'elles contiennent ; la première en renferme assez, et la seconde presque point.

J'avois deux flacons fermant avec un bouchon usé à l'émeri et contenant 178,35 centimètres cubes, ou 9 pouces cubes d'eau ; j'en remplis un avec l'eau d'un puit et l'autre avec cette eau bien bouillie ; je mis dans chacun une grenouille de la même taille.

Au bout de 20 heures la grenouille qui étoit dans l'eau commune étoit prête à mourir ; celle qui étoit dans l'eau bouillie donnoit au bout de 10 heures tous les signes d'une mort prochaine. L'eau bouillie a donc hâté la mort de la grenouille qui y étoit placée, parce qu'elle étoit privée de l'air qui étoit dans l'eau du puit.

§ XXVIII.

Je versai de l'eau de chaux dans l'eau bouillie où la

grenouille étoit morte ; il y eut un précipité calcaire ; j'en trouvai aussi dans le flacon d'eau commune où la grenouille vivoit encore ; il y eut dans celle-ci un précipité plus grand ; je versai alors de l'eau de chaux dans l'eau commune dont je m'étois servi pour faire l'expérience ; j'y remarquai de même un précipité, cependant sa quantité fut beaucoup plus petite que celle du précipité qui s'étoit formé dans l'eau bouillie, où la grenouille avoit péri : de sorte que l'on peut en conclure que la grenouille morte avoit fourni un peu d'acide carbonique.

§ XXIX.

Il est certain que les grenouilles submergées et celles qui sont mises dans le gaz hydrogène sont également privées du contact de l'air atmosphérique ; mais il falloit savoir si cette privation dans les deux cas influeroit également sur la vie de ces animaux.

Je fus déterminé à faire cette expérience, parce que j'avois remarqué que les grenouilles sous l'eau ne laissent apercevoir aucun mouvement qui puisse faire soupçonner la moindre respiration ; tandis que l'on voit respirer de temps en temps ces animaux dans le gaz hydrogène, et par conséquent en inspirer quelques parties comme je l'ai décrit § XVIII, puisque l'on aperçoit leur gosier se gonfler et se dégonfler, et que l'on observe les battemens de leurs flancs.

Je pris donc deux grenouilles et deux flacons pleins d'eau, je mis une grenouille dans chacun d'eux ; je remplis de même deux récipiens de gaz hydrogène ; je fis passer sous chacun d'eux une grenouille égale et semblable aux précédentes, la température étoit de 5°.

Les grenouilles des flacons pleins d'eau furent moribondes au bout de 24 heures, mais elles vivoient au bout de 48 heures, quoiqu'elles ne donnassent dans l'eau aucun signe de vie; cependant en les retirant de dessous l'eau, je m'aperçus qu'elles vivoient toujours très-foiblement; je les remis dans l'eau et elles ne furent totalement mortes que 12 heures après.

Les grenouilles qui étoient dans le gaz hydrogène étoient encore assez vives au bout de 24 heures; mais elles eurent toutes les apparences de la mort 24 heures après; cependant, en les retirant de cette atmosphère mortelle elles donnèrent quelques signes de vie qu'elles perdirent 12 heures après.

J'avois fait les mêmes expériences sur des salamandres; celles qui furent submergées vivoient encore au bout de 24 heures de submersion, mais elles périrent au bout de 3 heures $\frac{1}{2}$ dans le gaz hydrogène.

Il paroît donc par ces expériences que les grenouilles submergées dans l'eau, et celles qui sont mises dans le gaz hydrogène, marchent du même pas vers la mort : elles avoient toutes quatre quelques bluettes de vie, au bout de 48 heures, qu'elles perdirent 12 heures après.

J'ai pourtant fait d'autres expériences semblables d'après lesquelles il paroîtroit que les grenouilles périssent plus tôt dans le gaz hydrogène que lorsqu'elles sont submergées, et les expériences que j'ai faites sur les salamandres me feroient croire encore que le gaz hydrogène hâte d'avantage la mort des grenouilles que leur submersion.

Nous avons vu que les grenouilles peuvent vivre six ou sept jours dans un air clos : de sorte qu'elles y vivent bien plus long-temps que dans le gaz hydrogène et lorsqu'elles sont plongées sous l'eau.

§ XXX.

Je fis mourir trois grenouilles dans l'eau à demi-bouillante, elles périrent après quelques mouvemens et après avoir évacué l'air de leurs poumons.

Elles avoient les jambes et les cuisses alongées, elles étoient si durcies dans leurs jointures qu'elles résistoient quand on vouloit les plier. L'eau chaude avoit tellement pénétré leur peau qu'elles étoient à moitié cuites, et que la peau se détachoit par morceaux.

Ces grenouilles ne firent aucun mouvement quand je leur coupai la tête, et quand je plongeai une épingle dans la moelle épinière; mais le cœur battoit encore réguliérement, et dans une minute je comptai 21 pulsations; il continua de battre pendant un quart-d'heure, la température étoit de $3^{\circ}\frac{1}{2}$; je les transportai dans un lieu plus chaud et les pulsations recommencèrent.

Les muscles de la cuisse avoient conservé quelque mollesse, mais ils ne donnèrent aucun signe d'irritabilité.

§ XXXI.

J'avois déjà vu que les grenouilles fournissent de l'acide carbonique; mais je l'avois vu par occasion, § XXVIII; je voulus m'en assurer d'une manière plus précise.

Je tins une grenouille plongée dans l'*eau de chaux*,

elle y périt une heure après ; l'eau de chaux se troubla et forma un grand précipité qui me fit croire que la grenouille avoit produit de l'acide carbonique.

Je répétai l'expérience avec plus de soin, et je trouvai le précipité muqueux, sans avoir presque aucun signe de carbonate calcaire ; l'acide nitreux que j'y versai ne fit élever que deux ou trois bulles, ce qui doit être regardé comme rien.

Il faudra concilier cette expérience avec tant d'autres qui ne laissent aucun doute sur la production de cet acide carbonique par les grenouilles, comme on le verra bientôt.

§ XXXII.

J'eus envie de voir ce qui arriveroit aux grenouilles plongées dans l'*huile* où elles seroient encore mieux privées du contact de l'air que dans l'eau.

Je tins donc 2 grenouilles sous l'huile d'olives dans un vase qui en étoit plein, elles y restèrent assez tranquilles sans faire de grands efforts pour venir respirer l'air à la surface ; elles y eurent les yeux fermés et ne laissèrent point échapper d'air par la bouche.

Je les retirai 24 heures après, elles étoient mortes, elles périrent ainsi beaucoup plus tôt que sous l'eau.

Les poumons étoient à moitié pleins d'air, il n'y avoit point d'huile dans le ventricule ; de sorte qu'elles périrent sans que l'huile eût pénétré dans leur corps.

§ XXXIII.

Enfin il me parut curieux de rechercher comment les grenouilles se comporteroient dans le mercure en

les faisant entrer dans un flacon plein de ce fluide métallique ; j'eus assez de peine pour empêcher la grenouille soumise à cette expérience de surnager, je fus obligé d'employer un poids de trois livres, ou 1,46 kilogramme, pour les retenir au milieu de ce fluide métallique; mais comme j'avois cette grenouille depuis quelques jours, elle n'étoit pas trop vive, de sorte qu'il ne devoit pas être étonnant que la mort de cet animal eût été produite par la compression du mercure qui pesoit sur elle, et par celle du poids employé pour la retenir.

J'abandonnai ce moyen, et je fixai la grenouille dans le fond du vase par le moyen d'un morceau de de bois que j'y arrangeai pour cela, et qui ne la laissoit exposée qu'à la compression seule du mercure.

Au bout de 24 heures je trouvai la grenouille morte, et elle me parut écrasée, de sorte que je renonçai à ce moyen d'expériences.

§ XXXIV.

A cette occasion je remarquerai que le mercure qui peut s'introduire dans le corps des animaux, sous sa forme métallique, ne nuit pas à leur santé; je puis au moins l'assurer pour les grenouilles et les limaçons.

Il ne faut pas s'en étonner, puisque Girtanner dit dans le *Journal de physique*, pour 1790, p. 147, que le mercure ne fait aucun mal aux hommes, et qu'il connoissoit une personne qui en avaloit tous les jours une once ou deux.

§ XXXV.

Toutes ces recherches ont démontré la nécessité

du gaz oxygène pour entretenir la respiration et la vie des grenouilles : puisqu'elles meurent lorsque leur communication avec l'air atmosphérique est rompue, ou lorsqu'elles sont dans une atmosphère privée de gaz oxygène ; mais les faits que j'ai rapportés présentent une question capitale à examiner. Comment se fait-il donc que les grenouilles vivent si long-temps sous l'eau et dans une atmosphère privée de gaz oxygène? Cette question ne peut se résoudre qu'en acquérant la connoissance de l'état de l'air inspiré par les grenouilles dans leurs poumons, et ce sera précisément le sujet des expériences suivantes.

§ XXXVI.

Je mis douze grosses grenouilles sous l'eau où je les tins plongées pendant un quart-d'heure ; alors j'exprimai l'air de leurs poumons, sous l'eau, dans un tube plein d'eau, j'en fis ensuite l'analyse.

Je trouvai qu'il y avoit eu 4° de gaz oxygène absorbé, et 6° d'azote produit ; je n'aperçus point d'acide carbonique, mais il pouvoit avoir été dissous par l'eau qu'il avoit traversé.

§ XXXVII.

Ce moyen étoit bon, je m'en servis, mais je voulois savoir plus précisément encore ce qui arriveroit à l'air dans le poumon même de ces animaux. Voici l'expédient que j'employai.

Je forçai plusieurs grenouilles à rester plongées sous l'eau dans un récipient plein d'eau et renversé sur son ouverture au milieu de ce fluide. Au bout d'une heure je vis qu'elles étoient moribondes ; j'aperçus

bien quelques bulles d'air au haut du récipient, mais je n'en fis aucun usage : je voulois seulement analyser l'air contenu dans les poumons de ces grenouilles.

Je fis donc rendre, sous l'eau, à ces grenouilles, par la compression l'air contenu dans leurs poumons, et je le reçus dans un eudiomètre plein d'eau. J'en fis l'essai, et je trouvai qu'il n'y avoit plus de gaz oxygène ; de sorte qu'il ne faut pas s'étonner si ces grenouilles étoient prêtes à mourir.

Je mis toutes ces grenouilles que j'avois retirées de l'eau à l'air libre, elles y reprirent toute leur vivacité au bout d'une demi-heure.

J'observerai encore ici que je n'ai jamais trouvé d'eau dans les poumons des grenouilles péries sous ce fluide, et j'en ai pourtant visité un bien grand nombre dans ce but.

Il est donc évident que l'eau cause la mort des grenouilles qui y sont plongées, parce qu'elle empêche le passage de l'air dans le poumon ; alors celui qui y étoit en petite quantité y reste : le gaz oxygène mêlé avec l'azote est absorbé seul par les poumons, ou détruit d'une autre manière, et la grenouille périt quand tout ce gaz oxygène a disparu.

Il est vrai qu'il se forme de l'acide carbonique, mais comme il est en très-petite quantité, et qu'il n'excède pas 5°, ou les 0,03 du volume, il ne sauroit être la cause de la mort des grenouilles, peut être y en auroit-il eu un peu davantage si l'eau n'en avoit point absorbé ; mais sa quantité doit être toujours très-petite à cause de la quantité d'azote qui se produit comme on l'a vu au § XXXVI.

Enfin il résulte pourtant de cette expérience, que les grenouilles peuvent vivre quelque temps sans gaz oxygène dans le poumon ; puisque les grenouilles dont je parle ici vivoient encore, quoi qu'il n'y eût plus de gaz oxygène dans l'air que leur poumon contenoit, et quoiqu'il leur fût impossible de le tirer d'autre part.

§ XXXVIII.

Cette expérience étoit bien concluante, mais elle pouvoit le devenir davantage ; on sait que la circulation du sang et la respiration sont deux effets simultanés, et jusqu'à un certain point dépendans l'un de l'autre ; il falloit donc voir encore si les grenouilles respirent réellement sous l'eau, ou si le sang de ces animaux y circule dans cette circonstance.

Pour résoudre cette question, je découvris le cœur d'une grenouille, de manière qu'il fût à l'air ; je comptai alors 58, 60, 61 pulsations de cet organe par minute ; le poumon et le cœur de cet animal étoient hors de l'eau, mais quand le cœur fut sous l'eau, la bouche étant toujours dans l'air, je ne comptai que 57, 56 pulsations par minute, et quand toute la grenouille fut submergée, je n'en remarquai plus que 48, 49.

Il paroît donc que le nombre des pulsations diminuoit lorsque la grenouille ne pouvoit plus respirer.

§ XXXIX.

En faisant cette expérience, je fus curieux de rechercher l'influence du gaz oxygène sur la respiration et sur les pulsations du cœur.

Je préparai donc une grenouille comme la précédente, et je la plaçai sous un récipient plein de gaz oxygène, après l'avoir vu respirer dans l'air. Il faut observer, quand on fait ces expériences, de transporter rapidement la grenouille d'une atmosphère dans l'autre, parce qu'en perdant du temps la grenouille s'affoiblit et le nombre des pulsations doit nécessairement diminuer dans la même proportion.

Je fis donc l'expérience de cette manière dans les deux atmosphères; mais je ne remarquai aucune différence dans les deux cas; de sorte que je me crus autorisé à conclure que le gaz oxygène respiré par la grenouille n'accéléroit ni la respiration, ni les pulsations du cœur.

§ XL.

Nous avons eu souvent l'occasion de voir que les grenouilles produisoient l'acide carbonique dans l'air, § XIV, XVIII; nous avons soupçonné qu'elles en produisoient dans l'eau, § XXVIII; mais pour démontrer vraiment si cet acide carbonique étoit une production réelle de l'animal, ou s'il étoit seulement formé aux dépens du gaz oxygène qui étoit en contact avec lui, il falloit supprimer la présence du gaz oxygène. C'est pour cela que je pensai à faire cette recherche en employant les gaz hydrogène et azote parfaitement purs.

Pour faire ces expériences utilement, je mis une grenouille sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun fermé par le mercure à la température de 3°. Je plaçai de même une grenouille sous un autre récipient avec la

même quantité d'azote, et je les laissai ainsi pendant 4 heures.

Dans l'*air commun* la grenouille absorba 11° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et elle produisit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Dans le *gaz azote* il y eut 2° d'acide carbonique produits.

§ XLI.

Je répétai la même expérience de la même manière avec le gaz hydrogène ; mais au lieu de 19,81 centimètres cubes, ou d'un pouce cube d'air mis sous le récipient avec la grenouille, j'en enfermai 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube, et je laissai chaque grenouille pendant 16 heures sous son appareil. Les 2 grenouilles vivoient encore au bout de ce temps-là.

Dans l'*air commun* la grenouille absorba tout le gaz oxygène, et produisit 3° d'acide carbonique.

Dans le *gaz hydrogène* la grenouille produisit 3° d'acide carbonique et 1° d'azote.

Dans les deux cas il y eut donc autant d'acide carbonique produit, quoique dans le dernier le gaz oxygène ne pût jouer aucun rôle, puisqu'il n'y en avoit point.

§ XLII.

Toutes les expériences sur les grenouilles que j'ai racontées jusqu'à présent montrent bien l'influence de l'air sur leurs poumons, et l'altération qu'elles lui occasionnent ; mais ces expériences ne décident point si les poumons seuls exercent cette influence, puisque d'autres parties de leur corps pourroient produire cet effet ; il falloit donc chercher quelques moyens pour exclure l'action des poumons

et conserver la présence de l'air sous les récipiens où je pourrai faire mes expériences.

Je pris donc le parti de priver les grenouilles de leurs poumons, et je pensai que si je réussissois à conserver ces animaux en vie après cette opération, je pourrai voir les phénomènes instructifs que je cherchois, en comparant les effets produits par les grenouilles qui seroient *intactes* avec ceux que feroient naître les grenouilles que j'aurai *mutilées* de cette manière.

Je m'occupai donc d'abord des moyens d'ôter aux grenouilles leurs poumons, de la manière la plus propre à ménager autant qu'il seroit possible leur conservation dans leur état de vie, et de le prolonger ensuite dans cet état de désorganisation.

§ XLIII.

Je n'ai pas réussi d'abord à ôter aux grenouilles leurs poumons : cette opération n'est point aisée quand on veut prolonger leur existence après les avoir privées de cet organe.

Il faut prendre garde quand on enlève le poumon aux grenouilles d'emporter en même temps les autres viscères. Voici comme je réussis à faire cette opération avec succès ; je fis avec les ciseaux une petite ouverture aux deux flancs de la grenouille, en la commençant au-dessous de la racine des jambes antérieures, mais en la tournant vers le dos : on voit alors les deux poumons sous les tégumens, j'ouvris ces tégumens, je fis avec les doigts une légère compression, et les poumons gonflés s'échappèrent par les deux

ouvertures : on peut ainsi facilement les couper. Par ce moyen les autres viscères ne sortent pas, ce qui arrive toujours quand on fait l'ouverture dans le ventre ou dans les côtés.

J'ai trouvé un autre moyen d'enlever les poumons aux grenouilles qui me paroît plus sûr encore et plus facile. Je fais une petite ouverture à la peau avec des ciseaux dans la partie correspondante aux poumons ; je coupe ensuite les tégumens qui les recouvrent ; on les voit alors gonflés ; par une ouverture assez petite on parvient à les sortir plus ou moins, et en les prenant avec les doigts, on les tire dehors autant qu'on le veut, et on les coupe ; il coule à la vérité du sang par cette blessure, mais les intestins ne sortent jamais comme il arrive quelquefois par l'autre méthode.

On ne peut pas éviter la perte du sang puisque l'on coupe l'artère pulmonaire qui est très-grosse.

Je dois observer encore que l'on prive plus aisément les mâles des grenouilles de leurs poumons que les femelles, parce que l'on n'a pas avec eux l'embarras des ovaires. On distingue bientôt les mâles aux vésicules gonflées qu'ils ont aux côtés de la tête et à leurs gros pouces.

§ XLIV.

Quand on veut conserver la vie à ces grenouilles que l'on prive de leurs poumons, ou que l'on mutile de quelqu'autre manière, et quand on veut prolonger leur existence autant qu'il est possible dans cet état, il faut nécessairement changer très-souvent l'eau qui les environne, parce que leur sang en se

corrompant altère l'air qui est renfermé avec elles; il changeroit d'ailleurs les résultats des expériences que l'on pourroit faire, et l'eau ainsi gâtée nuiroit encore beaucoup à la vie de ces animaux.

Cette précaution est d'autant plus nécessaire que, quoique plusieurs gros vaisseaux n'aient pas été rompus pendant l'opération, ils se rompent souvent après qu'elle a été faite et répandent dans l'eau de l'expérience le sang qu'ils contenoient, ce qui rend la nécessité de renouveler l'eau plus indispensable; d'ailleurs dans un sujet aussi compliqué, il est nécessaire de simplifier les opérations pour rendre les résultats plus sûrs et plus faciles à saisir, et pour écarter avec soin tout ce qui pourroit troubler l'action des causes dont on cherche à mesurer les effets.

§ XLV.

J'avois ôté les poumons à une grenouille, et j'avois remarqué qu'elle avoit vécu beaucoup plus longtemps à l'air que celles qui étoient plongées sous l'eau; ma première pensée fut qu'il étoit resté à cette grenouille une partie de ses poumons, et par conséquent que mon expérience étoit mal faite; je pris le parti de la refaire.

Je répétai donc cette expérience avec tout le soin dont je suis capable; je pris deux grenouilles, je leur enlevai les deux poumons, et je cousus les plaies que je leur avois faites pour contenir leurs intestins et empêcher qu'ils ne s'échappassent. Je mis en même temps sous l'eau deux grenouilles intactes.

Au bout de 52 heures, une des deux grenouilles

qui étoit sous l'eau périt, et l'autre donnoit à peine des signes de vie, mais les deux grenouilles privées de leurs poumons qui étoient à l'air et que j'arrosai souvent d'eau pour prévenir leur desséchement étoient pleines de vie.

Il résulte donc de cette expérience que les grenouilles, comme les salamandres dont j'ai parlé, vivent sans poumons pendant un temps assez long, et vivent plus longtemps dans l'air que les grenouilles et les salamandres intactes plongées sous l'eau.

On avoit toujours cru que les animaux plongés sous l'eau périssoient parce qu'ils y étoient suffoqués, ou parce qu'ils ne pouvoient pas respirer, mais cette expérience prouve que cela n'est pas vrai, puisque les grenouilles sans poumons, et par conséquent sans respiration, ne périssent pas aussi vîte dans l'air que celles qui sont plongées sous l'eau. Il faut pourtant observer que si la privation des poumons empêche l'expiration de l'air elle n'empêche pas son inspiration par la trachére artère, et ne s'oppose pas à son expulsion par la section du poumon ; il m'a même semblé que les grenouilles privées de leurs poumons font sortir l'air de temps en temps par cette section ; au moins j'ai entendu le sifflement que sa sortie occasionnoit.

Cette réflexion m'entraîna à ouvrir une de ces grenouilles et de ces salamandres privées de leurs poumons ; je vis alors que le cœur battoit régulièrement, que le sang circuloit dans le mésentère et dans les autres parties du corps ; que le foie avoit sa couleur naturelle ; que les poumons avoient été très-

bien coupés, et qu'il n'en restoit plus que la trachée artère; mais je dois dire aussi que je vis l'air s'échapper quelquefois par la section de la trachée artère.

Je voulus voir ensuite l'état intérieur des grenouilles submergées; celle que je choisis me parut avoir encore quelque mouvement, quand je la fixai sur la planchette, mais elle ne m'en fit remarquer aucun quand je l'ouvris; il sortit beaucoup d'eau par l'ouverture de la peau; cette eau me parut insipide, et me sembla la même que celle où la grenouille avoit été plongée; c'étoit sans doute celle que l'on trouve communément entre la peau et la chair des grenouilles. Le cœur ne battoit plus, mais en l'irritant il faisoit encore quelques pulsations qui furent très-rares. Le sang rassemblé dans l'oreillette du cœur étoit d'un rouge obscur; les deux poumons ne formoient qu'une masse absolument flasque et sans eau; je ne trouvai point d'eau dans l'estomac et les intestins; enfin l'irritabilité des muscles de la cuisse et des jambes étoit bien moindre que celle de ces muscles dans la grenouille sans poumons.

Voici donc les différences qui se trouvent entre la grenouille sans poumons et la submergée; d'abord l'air qui entre par la bouche et qui sort par la trachée artère des grenouilles mutilées, ce qui ne sauroit arriver aux grenouilles submergées. L'eau qui pénètre la chair et la peau des grenouilles submergées et qui peut accélérer leur mort en se corrompant.

On ne peut pas dire que la respiration soit totalement suspendue dans les grenouilles privées de poumons lorsqu'elles sont laissées dans l'air libre,

puisque l'air peut entrer dans leur gosier et dans leur trachée artère; mais comment ce jeu de l'air peut-il produire une si grande différence pour le temps de leur mort?

La mort est causée dans les animaux noyés par l'eau qui intercepte tout passage à l'air, comme M. Goodwin l'a très-bien établi; tout comme il a très-bien montré qu'il n'entroit point d'eau dans leurs poumons. Il résulteroit de là que les grenouilles avec et sans poumons devroient mourir aussi promptement sous l'eau que dans l'air, ce qui est contraire à l'expérience, puisque celles-ci y meurent plus tard; mais quand les poumons sont supprimés l'air ne peut plus y entrer, comme cela arrive aux grenouilles submergées; il faut donc que l'eau agisse ici autrement que la suppression des poumons, et que l'eau produise un effet plus grand, quoiqu'elle parût devoir en produire un plus petit, puisque les grenouilles submergées ont conservé leurs poumons: il faut donc que les grenouilles et les salamandres privées de leurs poumons tirent quelqu'avantage de l'air, où elles restent pour prolonger leur vie; tandis que les grenouilles submergées sont privées de ce moyen de conservation; seroit-ce parce que ces dernières ne peuvent plus absorber de gaz oxygène par la peau, comme les grenouilles privées de leurs poumons qui restent dans l'air? Ou seroit-ce parce que l'air entre encore dans leur corps par la bouche?

§ XLVI.

Il y avoit onze jours que je conservois dans deux

petits vases deux grenouilles privées de leurs poumons; elles étoient toujours très-vives, et comme l'état où elles se trouvoient me fit penser qu'elles pourroient vivre ainsi quelque temps, je me préparai à les employer à diverses expériences.

D'abord je voulus voir si ces grenouilles *privées de leurs poumons* diminueroient l'air où on les renfermeroit comme les *intactes*. Il falloit prendre quelques précautions pour faire cette expérience; on doit empêcher que l'eau ne touche les plaies faites aux grenouilles privées de leurs poumons; pour remplir ce but je les placé dans un vase un peu élevé, recouvert par un récipient fermé par l'eau.

J'ai vu l'eau s'élever sous les récipiens qui renfermoient ces grenouilles, et l'élévation fut la plus grande sous le récipient où la grenouille étoit la plus grosse.

En répétant l'expérience, je la fis de la même manière, mais j'avois mis aussi des grenouilles *intactes* sous d'autres récipiens égaux et semblables pour établir une comparaison entre les effets produits dans les deux cas.

Je vis l'eau s'élever autant dans les récipiens où étoient les grenouilles *privées de leurs poumons* que dans ceux où étoient les *intactes*, et il y eut de l'acide carbonique produit dans les deux cas.

Cette expérience étoit trop importante pour l'abandonner; il falloit nécessairement la refaire avec plus de soin et la varier ensuite pour en tirer les conséquences qu'elle pouvoit offrir. Elle apprend néanmoins déjà que les grenouilles sans poumons absor-

bent le gaz oxygène comme celles qui les ont conservé, et l'on commence à découvrir comment les grenouilles sans poumons peuvent vivre plus longtemps dans l'air que les grenouilles avec leurs poumons qui sont submergées; puisque celles-ci sont non-seulement privées de l'air qui pénètre dans leurs poumons, mais encore de celui qui recouvre leur peau.

En faisant ces expériences je trouvai que l'on pouvoit avoir les grenouilles privées de leurs poumons sous des récipiens à l'abri du contact de l'eau, en les plaçant sur des éponges qui remplissent à-peu-près la capacité du récipient, et que l'eau soulève en s'élevant; quoique ce moyen soit à bien des égards plus convenable et plus commode, il arrive souvent, lorsqu'on l'emploie, des accidens qui dérangent l'expérience.

§ XLVII.

Je reviens à ces expériences:

Je mis une grenouille *intacte* sous un récipient fermé par le mercure, contenant 108,98 centimètres cubes, ou 5 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun; je mis de la même manière une grenouille *privée de ses poumons*, sous un autre récipient égal et semblable aux précédens, et contenant comme eux la même quantité d'air; elles y restèrent pendant huit heures. Toutes ces grenouilles mises en expérience furent retirées pleines de vie hors de leur clôture. Je fis l'essai de l'air où elles avoient vécu.

La grenouille *intacte* avoit absorbé 18° de gaz oxygène et avoit produit 7° d'acide carbonique. Une autre grenouille placée dans les mêmes circonstances

absorba pendant le même temps 19° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique.

La grenouille *sans poumons* absorba 13° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit $\frac{1}{2}$ degré d'acide carbonique. Une autre grenouille sans poumons dans les mêmes circonstances et pendant le même temps absorba 17° de gaz oxygène, produisit 4° d'acide carbonique et fit disparoître 5° d'azote.

Enfin la grenouille *écorchée* absorba 17° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique.

Il paroîtroit par ces expériences, que si les grenouilles avec leurs poumons absorbent plus de gaz oxygène que celles qui en sont privées, les poumons en particulier absorbent pourtant quelques portions de ce gaz; mais on peut augurer aussi que le corps des grenouilles en absorbe plus que leurs poumons.

Toutes ces grenouilles étoient fraîchement pêchées et d'un volume égal; cependant ces expériences faites avec soin doivent être encore répétées à cause de la disparition d'une partie du gaz azote.

§ XLVIII.

Je répétai donc ces expériences avec encore plus de soin, et je cherchai à les rendre plus exactes; enfin je voulus les varier pour les rendre à tous égards plus instructives.

Dans ce but, je pris des récipiens contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure; mes grenouilles avoient été fraîchement pêchées, toutes étoient des mâles et de la petite espèce; elles restèrent dans leurs récipiens pendant 9 heures et dans la même température.

Mais comme les grenouilles intactes contiennent de l'air dans leurs poumons, il me parut convenable de le faire sortir sous l'eau par une légère compression qui ne blesse point l'animal, et qui rapproche plus exactement les volumes de l'air dans lequel les grenouilles intactes et celles qui sont privées de leurs poumons se trouvent placées.

Je fis sortir l'air du poumon de 10 grenouilles, elles étoient petites; elles m'en fournirent $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{10}$ de pouce cube; je recueillis ainsi l'air de plusieurs autres grenouilles dans un récipient plein d'eau renversé dans ce fluide sur son ouverture. Je m'arrête sur ces détails parce que je les crois importans.

Tout l'air que j'obtins de cette manière m'en donna un volume qui étoit environ de 6,60 centimètres cubes, ou d'un tiers de pouce cube.. Je laissai cet air sur l'eau pendant 5 heures, je n'y aperçus aucune diminution, et l'eau de chaux ne m'indiqua que cette centième d'acide carbonique que l'on trouve pour l'ordinaire dans l'air commun; de sorte que l'air sorti du poumon de ces grenouilles ressembloit rigoureusement à l'air commun; on comprend comment cela peut être quand ces animaux sont à l'air libre et quand ils peuvent l'expirer à volonté et en inspirer du nouveau.

Une petite grenouille *intacte* absorba 17° de gaz oxygène et produisit $6°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec 9° d'azote. Une autre petite grenouille *intacte* absorba 18° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique, l'azote de l'air commun ne souffrit aucun changement. Les deux grenouilles étoient péries.

Les grenouilles *privées de leurs poumons* étoient vivantes quand je les retirai de dessous leurs récipiens. Il y en avoit quatre.

La première absorba 16° de gaz oxygène et 4° d'azote, elle produisit 4° d'acide carbonique.

La seconde absorba $15°\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et $4°\frac{1}{2}$ d'azote, elle produisit $6°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La troisième absorba $16°\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et 2° d'azote, elle produisit $5°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La quatrième absorba 18° de gaz oxygène, et 2° d'azote, elle produisit 4° d'acide carbonique.

Certainement ces quatres expériences peuvent être regardées comme bien consonnantes.

Ces expériences offrent aussi, dans leur comparaison avec les expériences faites sur les grenouilles intactes des résultats analogues à ceux du § XL.

§ XLIX.

Comme la circulation a de grands rapports avec la respiration, il me vint dans l'esprit de chercher quelle seroit la durée de la vie dans les grenouilles privées de leurs poumons et celles qui seroient privées du cœur.

Je mis pour découvrir cela *trois* grenouilles *privées de leurs poumons* dans des vases ouverts, et j'en mis trois autres de la même manière dans d'autres vases après avoir *privé ces animaux de leur cœur*.

Les grenouilles *privées du cœur* étoient encore alertes après l'opération, elles avoient les yeux vifs et elles sautilloient toujours. Les grenouilles *privées*

de leurs poumons avoient l'air malade et l'ont gardé une heure et demie après l'opération ; elles étoient appuyées sur leurs quatre pieds avec la tête en haut ; mais au bout d'une heure et demie, les grenouilles *privées du cœur* parurent avoir perdu leurs forces et restèrent étendues sur le ventre qui se trouva en contact avec le fond du vase ; leurs yeux étoient à demi-fermés, et leurs jambes pliées sous elles ne les soutenoient plus ; elles périrent au bout de cinq heures. Les grenouilles *privées de leurs poumons* vivoient toujours, elles périrent au bout de 20 heures.

En comparant ces expériences avec d'autres semblables faites dans des temps différens, je vois bien que les temps de la durée de leur vie sont d'autant plus longs que la température est moins haute.

Il paroît aussi que les grenouilles sans poumons périssent plus tard que celles qui sont sans cœur. J'ajouterai aussi que les unes et les autres vivent plus long-temps à l'air libre que celles qui sont renfermées dans un petit volume d'air.

§ L.

Je variai encore ces expériences pour le temps de leur durée.

Je tins pendant 2 heures une grenouille vivante et *intacte* sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air, fermé par le mercure, elle étoit pleine de vie quand je la retirai de sa clôture, elle avoit absorbé 2° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique.

Je fis la même expérience sur une grenouille *sans*

poumons et de la même manière ; mais elle dura 3 heures, et la grenouille étoit pleine de vie quand je la retirai, elle avoit absorbé 1° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique.

La cause de ces petits effets est sans doute dans la température qui n'étoit que de 10°, mais toujours la grenouille intacte avec ses poumons absorba plus de gaz oxygène que la grenouille privée de ses poumons.

§ LI.

Il me vint alors dans l'esprit de faire une autre comparaison; je voulus voir quel seroit l'état de l'air où j'aurois tenu séparément pendant une heure sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air fermé par le mercure, une grenouille *vivante sans poumons*, et une grenouille *morte sans poumons*. L'absorption du gaz oxygène par la première sera-t-elle plus grande que par la seconde ? Les grenouilles ne diffèrent ici que par l'espèce de circulation qui anime la grenouille vivante. La température étoit de 10°.

La grenouille *vivante sans poumons* avoit à peine absorbé une partie perceptible de gaz oxygène et produit une partie à peine perceptible de gaz acide carbonique. La grenouille *morte sans poumons* m'a donné rigoureusement les mêmes résultats.

Je ne fais qu'une observation sur cette expérience, que j'aurai l'occasion de refaire; c'est que pour avoir un résultat signifiant, il auroit fallu prolonger l'expérience, et l'on concluroit mal d'après celle-ci faite dans un temps si court et à une température si peu élevée.

§ LII.

Je refis donc cette suite d'expériences dans les mêmes circonstances, avec cette différence, que les récipiens ne contenoient que 29,71 centimètres, ou qu'un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et que je laissai les grenouilles 17 heures dans leur clôture.

La grenouille *intacte* qui étoit vivante lorsque je fis l'expérience, avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit 4° d'acide carbonique.

La grenouille *sans poumons* étoit aussi très-vive, elle avoit absorbé tout le gaz oxygène, ou les 20° de gaz oxygène qu'il y en a dans l'air commun et produit 6° d'azote et 2° d'acide carbonique.

Cette expérience est bien importante, elle fait voir qu'une grenouille sans poumons, vivante, peut absorber tout le gaz oxygène de l'air, ce qui prouve que les poumons n'ont pas concouru à cette absorption, mais il est peut-être arrivé que la grenouille avec ses poumons ait absorbé tout le gaz oxygène avant les 17 heures de sa clôture.

La grenouille *morte sans poumons* absorba $16^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

§ XLIII.

Enfin je mis une grenouille *intacte mais morte* dans 29,71 centimètres, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz hydrogène pendant 17 heures, elle y absorba 4° de gaz hydrogène et y produisit 4° d'acide carbonique.

La grenouille *morte sans poumons* tenue de même dans le gaz hydrogène pendant 17 heures, n'absorba presque point de gaz, mais elle y produisit environ 4° d'acide carbonique.

§ LIV.

Je dois faire remarquer les résultats des expériences rapportées dans les deux derniers paragraphes, parce qu'ils me semblent très-importans dans ces recherches.

1.° Les poumons des grenouilles ne paroissent pas concourir pour l'absorption totale du gaz oxygène quand ils peuvent y avoir joué leur rôle, parce que l'expérience n'est pas sans exception.

2.° La grenouille vivante sans poumons absorbe plus de gaz oxygène que celle qui est morte, quoique celle-ci fût cependant aussi sans poumons, mais, écartant l'action des poumons comme dans la grenouille vivante qui en étoit privée, il paroît que la grenouille vivante dans cet état absorbe plus de gaz oxygène que la grenouille morte.

3.° Il est bien certain que l'acide carbonique trouvé dans le gaz hydrogène où l'on a renfermé des grenouilles mortes et vives sans poumons, ne peut venir que d'elles et en sortir tout formé.

§ LV.

Après cette recherche, il y en avoit une autre qui se présentoit naturellement à l'esprit; c'étoit celle de la quantité du gaz acide carbonique produit par les grenouilles sans poumons dans l'air commun et le gaz hydrogène, afin de distinguer celui qui sortoit tout formé de l'animal, d'avec celui dont le gaz oxygène de l'air pouvoit être une partie constituante.

Dans ce but je pris deux flacons contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air, et fermés

avec des bouchons usés à l'émeri; je remplis l'un d'eux avec l'air commun, et j'y mis deux grenouilles privées de leurs poumons; je remplis l'autre de gaz hydrogène, et j'y renfermai de même deux grenouilles privées de leurs poumons. Les grenouilles étoient égales en volume et semblables à tous égards, je les laissai dans ces flacons pendant trois heures, et j'observerai que les grenouilles mises dans l'air commun étoient plus vives que celles qui furent placées dans le gaz hydrogène.

Les grenouilles sans poumons mises dans *l'air commun* y produisirent 4° d'acide carbonique.

Les grenouilles sans poumons mises dans le *gaz hydrogène* y produisirent 3° d'acide carbonique.

Ici tout a été égal; il n'y a eu de différences que dans les milieux où les grenouilles sans poumons ont été placées, et cette différence étoit bien diminuée par la suppression de la respiration dans la grenouille qui étoit dans le flacon rempli avec l'air commun. Je dois même observer que, comme je trouvai un peu d'eau dans le flacon où étoit le gaz hydrogène, j'ai pu croire que cette eau avoit absorbé le degré d'acide carbonique qui faisoit la différence entre les deux expériences, ce qui auroit rendu les produits des deux expériences égaux; de sorte que l'on auroit pu dire que, dans les deux cas, les grenouilles avoient produit la même quantité de gaz acide carbonique.

Je répétai la même expérience de la même manière, avec le plus grand soin, et j'eus toujours les mêmes résultats.

Cette expérience étoit tout-à-fait importante. Je connoissois la proportion de l'acide carbonique produit dans l'air commun et les gaz hydrogène et azote, par les expériences que j'avois déjà faites sur quelques amphibies intacts. Je connoissois encore cette même proportion d'acide carbonique produit par ces animaux mutilés; de sorte qu'il me restoit à chercher celle qui s'établiroit entre ces animaux sans poumons placés dans ces trois milieux; j'ai trouvé que les grenouilles sans poumons produisoient seulement un degré d'acide carbonique de plus dans l'air commun que dans le gaz hydrogène, et j'avois vu que les salamandres sans poumons avoient fourni le double plus d'acide carbonique dans le gaz hydrogène que dans l'air commun.

J'ai donc conclu que ce gaz acide carbonique ne provenoit pas des poumons dans ces salamandres et ces grenouilles, puis qu'elles n'en avoient plus, et par conséquent qu'il tiroit son origine de leur corps pendant qu'elles vivoient. Par conséquent, les animaux vivans privés de leurs poumons, comme les animaux fraîchement tués, donnent plus d'acide carbonique dans l'air commun que dans les gaz méphytiques; cependant j'ajoute que, dans les animaux privés de leurs poumons, la conséquence n'est pas générale, puisque, dans quelques cas comme dans celui des salamandres, il y a plus d'acide carbonique produit dans le gaz hydrogène que dans l'air commun; enfin je dis encore que, lorsque l'acide carbonique produit dans l'air commun est en plus grande quantité que dans les autres gaz méphytiques, la différence est très-petite.

§ LVI.

Nous avons vu les grenouilles sans poumons vivre dans l'air commun et le gaz hydrogène; il étoit nécessaire de voir l'effet qu'elles produiroient sur le gaz oxygène; on peut préjuger, d'après les expériences racontées dans ces mémoires, qu'il devoit être plus frappant, et, par conséquent, qu'il doit être ici plus instructif.

Je plaçai sous un récipient contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz oxygène et fermé par le mercure, une grenouille sans poumons; j'en plaçai une autre du même volume sous un récipient contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun fermé aussi par le mercure; je les mis ainsi sur mon fourneau, où elles restèrent 20 heures; je voulois savoir qu'elle seroit celle qui donneroit le plus d'acide carbonique, et j'en fis l'analyse dans ce but.

La grenouille *sans poumons* dans le *gaz oxygène* absorba 19° de ce gaz, et produisit 5° d'acide carbonique.

La grenouille *sans poumons* dans *l'air commun* absorba 12° de gaz oxygène, et produisit 2° d'acide carbonique.

La différence des produits d'acide carbonique est d'un seul degré de plus dans le gaz oxygène, mais l'absorption du gaz oxygène y est supérieure de 7°; de sorte que si cette absorption provenoit de la combinaison de l'oxygène avec le carbone, il est clair que la production de l'acide carbonique auroit été

bien plus considérable; cependant, en répétant cette expérience avec des flacons fermés par des bouchons usés à l'émeri, la production de l'acide carbonique fut égale dans les deux cas, et comme le vide de ces flacons étoit précisément de 59,45 centimètres cubes, ou de 3 pouces cubes, comme dans la précédente expérience, on peut légitimement conclure, que les grenouilles ont produit la même différence dans la destruction du gaz oxygène où elles étoient placées, et dans celui de l'air commun; mais il faudroit dire aussi que les 7° qui ont été détruits de plus dans le gaz oxygène n'ont pas produit l'acide carbonique dans l'hypothèse contraire. Il est donc mieux confirmé encore que la perte du gaz oxygène dérive d'une vraie combinaison de sa base avec l'organe cutané de l'animal.

§ LVII.

Pour rendre tous ces rapports plus saillans, il falloit faire toutes ces expériences dans le même temps, afin d'écarter les causes d'erreurs que la différence des circonstances peut occasionner.

Je choisis donc des grenouilles de la petite espèce, égales en volume et semblables entr'elles à tous les égards; j'enlevai les poumons à deux, et j'en plaçai deux sans poumons dans un flacon contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes de gaz hydrogène; j'en mis deux autres intactes dans un flacon semblable plein de gaz hydrogène; ensuite je mis deux grenouilles intactes dans un flacon semblable plein d'air commun; enfin je mis deux autres grenouilles intactes dans un flacon semblable plein de

gaz oxygène, je les plaçai ainsi sur mon fourneau où elles restèrent 11 heures.

Les quatres grenouilles mises dans le gaz *hydrogène* périrent au bout de 2 heures.

Les grenouilles *sans poumons* dans *le gaz hydrogène* produisirent $4^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les grenouilles *intactes* dans le *gaz hydrogène* produisirent $6^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les grenouilles *intactes* dans *l'air commun* absorbèrent 9° de gaz oxygène, et produisirent 9° d'acide carbonique; elles étoient péries.

Les grenouilles *intactes* dans le *gaz oxygène* absorbèrent $12^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent $12^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Il résulte donc de ces expériences, 1.° que les grenouilles *intactes* ont produit dans le gaz hydrogène $2^{\circ}\frac{1}{2}$ de plus d'acide carbonique que les grenouilles *privées de leurs poumons*;

2.° que les deux grenouilles *intactes* dans *l'air commun* ont produit $2^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique de plus que les deux grenouilles *intactes* dans le *gaz hydrogène*, quoique les deux premières eussent absorbé 9° de gaz oxygène;

3.° que les deux grenouilles *intactes* dans le *gaz oxygène* ont produit $3^{\circ}\frac{1}{2}$ de plus d'acide carbonique que les deux grenouilles *intactes* dans *l'air commun*, quoique les deux premières eussent absorbé $3^{\circ}\frac{1}{2}$ de plus de gaz oxygène.

J'ai déjà remarqué que la quantité d'acide carbonique produit par les grenouilles *intactes* dans le gaz hydrogène est un peu plus grande que celle qui

est produite par les grenouilles *sans poumons*, et j'ai observé plusieurs fois que cette différence étoit très-petite. La raison m'en paroît claire; comme les grenouilles inspirent le gaz hydrogène, je l'ai prouvé sans replique, elles en gonflent leurs poumons; par conséquent, si le gaz acide carbonique sort par la surface de leurs corps, il peut aussi sortir pas sa surface intérieure; de sorte qu'il faudra nécessairement ajouter à l'acide carbonique sortant de la surface de leurs corps, celui qui s'échappe encore par leurs poumons

§ LVIII.

Quand on compare le gaz acide carbonique rendu par les grenouilles sans poumons dans le gaz hydrogène, avec celui qu'elles rendent quand elles sont intactes, et quand on voit que ces quantités sont presque égales, comme je l'ai observé mille fois, on est convaincu que les poumons y contribuent peu; mais quand on compare la quantité de l'acide carbonique produit par les grenouilles dans l'air commun avec celle qu'elles produisent dans le gaz hydrogène, on voit dans une de mes expériences dont j'épargne les détails, parce qu'elles ont toutes été faites de la même manière, que la quantité de l'acide carbonique, produit par une grenouille *intacte* dans le *gaz hydrogène* est de $2^{0}\frac{1}{2}$, et dans *l'air commun* par une *grenouille intacte* de 7^{0}; par conséquent cette dernière en a produit $4^{0}\frac{1}{2}$ de plus. Cet excès de gaz acide carbonique est donc l'effet de l'air commun, en supposant qu'une partie de son gaz oxygène se soit combinée avec le carbone sorti du poumon.

Il me semble que le phénomène pourroit au moins s'expliquer de cette manière.

On comprend de même comment dans une expérience pareille une grenouille a produit 2° de plus d'acide carbonique dans le *gaz oxygène* que dans *l'air commun*, parce qu'il s'est combiné un peu plus d'oxygène avec le carbone animal; parce que ce gaz oxygène étant d'abord plus abondant, attaquoit le carbone avec une plus grande puissance et par un plus grand nombre de points.

Mais pour les 2° d'acide carbonique qu'il y a eu dans le gaz hydrogène, il est bien sûr qu'ils ne proviennent pas des poumons, surtout après les avoir ôtés aux grenouilles qui furent les objets de l'expérience. Il faut donc reconnoître que la production de l'acide carbonique dans l'air commun et le gaz hydrogène est en partie produit par les poumons et en partie par la surface du corps; mais l'oxygène de l'air commun et du gaz oxygène se combine-t-il seulement avec le carbone? Ou une portion de ce gaz est-elle absorbée par le poumon? Je ne saurois le décider, parce que je n'ai pas assez de données pour résoudre ce problème.

Je ne craindrai pourtant pas de dire, pour les grenouilles et les salamandres privées de leurs poumons, que l'acide carbonique qu'elles produisent provient de leur surface extérieure, puisque l'on obtient la même quantité de cet acide dans l'air commun et dans le gaz oxygène où on les renferme; quoique dans ce dernier cas sa quantité dût être plus considérable s'il y avoit réellement une combinaison de

l'oxygène avec le carbone ; aussi tout se passe différemment avec les grenouilles qui ont leurs poumons, quand on les met dans le gaz oxygène et l'air commun.

Je reviens pour un moment à ces $4^{o}\frac{1}{2}$ de plus d'acide carbonique produit par une grenouille avec ses poumons mise dans l'air commun et qui ne furent point produits par des grenouilles semblables mises dans le gaz hydrogène, ou plutôt qui furent un surplus de l'acide carbonique que ces dernières grenouilles développèrent, § LVIII. J'observe que dans ce cas la grenouille a détruit 7° de gaz oxygène; mais les 7° d'acide carbonique ne sont pas produits par les seuls poumons, ils le sont encore, comme je l'ai dit, par la surface extérieure du corps. Supposons donc à présent que cette surface en détruise 3°, et qu'il y ait 4° absorbés par les poumons, je demande comment ils se détruisent ? L'oxygène de ces 4° de gaz oxygène est-il absorbé par les poumons ? Si cela étoit il ne se produiroit pas du gaz acide carbonique avec la base, mais il pourroit arriver que tous ces 4° fussent absorbés, et qu'il y eût pourtant 4° d'acide carbonique produits par les poumons, ou immédiatement, ou après en avoir chassé une dose correspondante.

Il me paroît donc que lorsqu'une grenouille avec ses poumons produit plus d'acide carbonique dans l'air commun qu'une grenouille sans poumons, et que dans le même temps elle absorbe plus de gaz oxygène dans ce gaz qu'une grenouille sans poumons placée dans le même gaz, il est indécis, si le surplus d'acide carbonique produit est un effet de l'action

du poumon ; s'il vient immédiatement des poumons eux-mêmes, ou de la combinaison du gaz oxygène de l'air avec le carbone. Je suis de même indécis si la quantité du gaz oxygène détruit naît de l'absorption du poumon ou de la combinaison de la base du gaz avec le carbone.

§ LIX.

Après avoir complété cette recherche sur la quantité d'acide carbonique produit par les grenouilles sans poumons ou avec leurs poumons, il étoit nécessaire de savoir quelle seroit la proportion du gaz oxygène absorbé par deux grenouilles qui auroient leurs poumons, et par deux autres qui en seroient privées.

Pour faire cette expérience je pris deux flacons fermés avec des bouchons usés à l'émeri, et contenant 59,45 centimètres cubes, ou 3 pouces cubes d'air commun ; je plaçai dans l'un 2 grenouilles *intactes*, et dans l'autre deux grenouilles *privées de leurs poumons* ; je les laissai dans cet état pendant 9 heures $\frac{1}{2}$.

Les grenouilles *intactes* absorbèrent pendant ce temps 5° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique.

Les grenouilles *privées de leurs poumons* absorbèrent $6°\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisirent $6°\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

§ LX.

Quoique je fusse assuré d'avoir bien fait l'expérience précédente, je voulus néanmoins la répéter plus rigoureusement de la même manière et avec

les mêmes flacons que j'ai toujours tenus renversés sur leur col dans un vase plein d'eau. Les grenouilles étoient vivantes lorsque je les retirai du flacon pour analyser l'air où elles avoient été.

Les deux grenouilles *intactes* absorbèrent 5° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique.

Les deux grenouilles *privées de leurs poumons* absorbèrent 8° de gaz oxygène, et produisirent 8° d'acide carbonique.

Cette expérience s'accorde fort bien avec la précédente, puisque les grenouilles *sans poumons* absorbent plus de gaz oxygène et produisent plus d'acide carbonique que les grenouilles *intactes*, mais voici une nouvelle répétition de l'expérience qui confirme les autres.

Deux grenouilles *intactes* absorbèrent 6° de gaz oxygène et produisirent 6° d'acide carbonique.

Deux grenouilles *sans poumons* absorbèrent 9° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisirent 9° d'acide carbonique.

Je répétai encore cette expérience avec les mêmes résultats; enfin je voulus la refaire de nouveau, mais alors les grenouilles *intactes* absorbèrent 9° de gaz oxygène et en absorbèrent plus que les grenouilles *sans poumons*.

Dans cette suite d'expériences, il se présente deux cas; les grenouilles *sans poumons* absorbent plus de gaz oxygène que les grenouilles *intactes*, mais dans la dernière expérience il est arrivé précisément le contraire. Que dois-je conclure de là? Puis-je penser que cet excès dans l'absorption du gaz oxygène et

dans la production de l'acide carbonique soit accidentel ? Je ne puis imaginer que la présence du poumon produise cet effet, c'est-à-dire, une absorption moindre du gaz oxygène et une production plus grande de l'acide carbonique; mais il me semble que l'on peut assurer que les poumons ne concourent pas à l'absorption du gaz oxygène et à la production de l'acide carbonique, et que l'un et l'autre sont les effets de l'organe cutané. Cette opinion paroîtra sans doute un paradoxe; je la crois cependant incontestable, et les salamandres peuvent servir encore ici de preuves à cette vérité, comme je l'ai fait voir dans le mémoire précédent.

§ LXI.

Tout cela me parut trop singulier pour l'abandonner; je cherchai encore quelques moyens pour confirmer ou détruire les conclusions que je suis forcé d'adopter.

Je choisis donc des grenouilles égales en volume et semblables à tous égards; j'enlevai les poumons à quelques-unes; je conservai les autres intactes, j'en plaçai deux *intactes* sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou 1 pouce cube d'air commun, fermé par le mercure; j'en plaçai deux de même *privées de leurs poumons*; mais pour donner plus de force aux résultats que je pourrois obtenir dans le même temps, je disposai deux autres appareils comme les précédens que je viens de décrire et je les laissai pendant cinq heures.

Deux grenouilles *intactes* absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 10° d'acide carbonique.

Deux grenouilles *sans poumons* absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 10° d'acide carbonique.

Les deux autres grenouilles *intactes* absorbèrent 5° de gaz oxygène et produisirent 5° d'acide carbonique.

Les deux autres grenouilles *sans poumons* absorbèrent 10° de gaz oxygène et produisirent 10° d'acide carbonique.

On voit donc encore que, dans le premier cas, deux grenouilles avec leurs poumons absorbent autant de gaz oxygène que celles qui sont sans poumons, et que dans le second les grenouilles sans poumons, en absorbent le double de celles qui les ont.

Il me paroît donc encore bien décidé que les poumons dans les grenouilles n'altèrent pas l'air atmosphérique.

§ LXII.

Je crus pouvoir établir d'une autre manière l'influence du gaz oxygène sur la peau, et je pensai y réussir en mettant une grenouille intacte dans un gaz méphytique, et une grenouille sans poumons dans l'air commun; alors la première privée du gaz oxygène de l'air qui ne s'appliqueroit plus sur la peau devoit devenir plus stupide que l'autre sans poumons qui seroit couverte d'air: cette expérience devoit être d'autant plus concluante que dans les deux cas les deux grenouilles ne pourroient pas respirer, et que la différence qu'il y auroit dans leur situation ne pourroit naître que de la différence du milieu qui les environneroit.

Dans ce but j'enfermai pendant 22 heures une grenouille *intacte* dans un récipient fermé par le mercure, et contenant 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes de gaz hydrogène; j'en enfermai une autre égale et semblable à la première, mais *sans poumons* dans la même quantité d'air commun, de la même manière et pendant le même temps.

La grenouille *intacte du gaz hydrogène* avoit plus perdu de sa vivacité que celle qui étoit *sans poumons dans l'air commun : celle-ci* avoit les jambes rassemblées comme dans l'état naturel; *celle-là*, ou la première, avoit les jambes postérieures alongées, et ses yeux n'étoient pas si vifs que ceux de la seconde. Le lendemain la grenouille *intacte* qui étoit dans le gaz hydrogène étoit entièrement aplatie sur le plan du vase qui portoit le récipient, où elle se soutenoit sur son ventre, et au premier coup-d'œil on auroit pu la croire morte, mais la grenouille *sans poumons* qui étoit dans l'air commun avoit ses jambes rassemblées sous elle, qui la portoient, et ses yeux étoient aussi vifs que le jour précédent.

La différence entre ces deux individus n'est donc pas équivoque; mais d'où vient-elle? Il est bien clair que ni l'un ni l'autre n'a respiré, puisque l'une des grenouilles est dans le gaz hydrogène, et que l'autre est sans poumons dans l'air commun. Il faut donc recourir à l'action du milieu où elles se trouvent sur la surface de leur corps; une de ces grenouilles absorbe le gaz oxygène par la peau dans l'air commun, et l'autre est privée totalement de cet avantage dans le gaz hydrogène; mais j'ai déjà

démontré que les grenouilles sans poumons absorbent le gaz oxygène par la peau, § LXII, et je le démontrerai encore.

§ LXIII.

L'expérience précédente n'est pas finie, elle pouvoit encore fournir des faits curieux, je la prolongeai autant que la durée de la vie d'une de ses grenouilles me le permit.

Après 51 heures de séjour sous ces récipiens, les grenouilles vivoient encore. La grenouille *intacte* qui étoit dans le gaz hydrogène pouvoit à peine se dire en vie; tandis que la grenouille *sans poumons*, qui étoit dans l'air commun avoit encore de la vivacité. J'essayai le gaz hydrogène et l'air commun où ces deux grenouilles avoient vécu.

La grenouille *intacte* avoit absorbé 5° de gaz hydrogène et produit 3° d'acide carbonique.

La grenouille *sans poumons* avoit absorbé tout le gaz oxygène de l'air commun et produit 1° d'acide carbonique.

En réunissant donc tout ce qui est arrivé à ces deux grenouilles, on voit que la grenouille intacte est affectée plus péniblement dans le gaz hydrogène que la grenouille sans poumons dans l'air commun; que la première mourut plus tôt dans le gaz hydrogène que la seconde dans l'air commun, et qu'il y a eu plus d'acide carbonique produit dans le gaz hydrogène que dans l'air commun.

J'ai observé les mêmes phénomènes dans les salamandres sans poumons sur lesquelles j'ai fait les mêmes expériences que je viens de raconter sur les

grenouilles sans poumons, et je n'ai remarqué d'autres différences, sinon que les salamandres sans poumons souffrent beaucoup plus dans le gaz hydrogène que dans l'air commun; qu'elles y meurent plus tôt; enfin qu'elles produisent dans tous les deux la même quantité de gaz acide carbonique: par conséquent cet acide carbonique produit par les salamandres sans poumons dans l'air commun ne doit pas être regardé comme le produit de la respiration, ni même du gaz oxygène combiné immédiatement dans le contact, pendant l'expérience avec le carbone de l'animal, mais comme un produit de la salamandre elle-même, c'est-à-dire, de son corps, où il doit se former en vertu de son organisation, puisqu'il se manifeste dans le gaz hydrogène.

§ LXIV.

Une nouvelle expérience faite long-temps après celles que je viens de décrire, me fournit une nouvelle preuve des conclusions que j'en avois déjà tirées.

J'ôtai une salamandre sans poumons du gaz hydrogène où je l'avois mise; elle avoit toutes les apparences de la mort; je la laissai à l'air libre et au bout de trois heures elle avoit repris presque toute sa vivacité.

Je retirai de même une grenouille sans poumons du gaz hydrogène, elle donnoit à peine alors quelques signes de vie; je la tins à l'air libre, et au bout de trois heures elle avoit repris sa première vivacité.

Cette espèce de résurrection de la salamandre et

de la grenouille sans poumons, que j'avois retirées presque mortes hors du gaz hydrogène, et qui reprirent la vie après avoir été exposées dans cet état à l'air libre, est, à ce qu'il me semble, une preuve nouvelle et très-belle de l'absorption du gaz oxygène atmosphérique par la surface extérieure du corps de ces animaux, puisqu'elle n'a pu s'opérer par leurs poumons dont je les avois privés. Il faut donc dire que ces animaux ont repris la vie par le gaz oxygène que l'organe de la peau a absorbé, et dont ils étoient totalement privés dans le gaz hydrogène.

Gren a prétendu prouver que le gaz oxygène de l'air inspiré par les poumons dans la respiration étoit totalement absorbé pour former l'eau et l'acide carbonique, de sorte qu'il n'en restoit point pour se combiner avec le sang; mais dans le cas des animaux privés de poumons, comme nos grenouilles et nos salamandres, cette prétention ne sauroit être fondée, puisque dans le gaz hydrogène il n'y a point d'oxygène; par conséquent le gaz acide carbonique que les grenouilles produisent doit venir uniquement de l'animal. Il en est de même de l'eau qui sort de leur corps, elle ne sauroit être dans ce cas, par la même raison, le produit de la combinaison du gaz oxygène de l'air avec l'hydrogène de l'animal. Ainsi la résurrection des salamandres et des grenouilles privées de leurs poumons et presque mortes dans le gaz hydrogène, lorsqu'on les place dans cet état à l'air libre, est une preuve de l'absorption du gaz oxygène par l'organe de la peau.

§ LXV.

Je pouvois faire encore une expérience importante qui rapprocheroit davantage les choses de la nature.

Je me prévalus pour cela d'un étang, où je tins deux grenouilles plongées à une certaine profondeur, par le moyen d'un fil fixé à un piquet et attaché à l'une de leurs jambes; ces deux grenouilles, semblables à tous égards, différoient seulement parce que l'une d'elles étoit privée de ses poumons, et que l'autre étoit parfaitement intacte.

On sait que les grenouilles libres à la vue d'un homme s'enfoncent dans l'eau, se cachent au fond, et y restent immobiles jusques à ce qu'elles aient besoin de respirer. Je suis resté à l'endroit où j'avois placé ces grenouilles, et j'observai ce qu'elles firent. Pendant 30 minutes, la grenouille sans poumons vint 19 fois à la surface de l'eau, puis elle se plongeoit jusques au fond. Tels furent le nombre et la durée de ses immersions. Pour l'ordinaire, l'intervalle que cette grenouille privée de poumons mit entre ses élancemens à la surface de l'eau fut d'abord d'une minute et demie, quelquefois de deux minutes, et enfin de trois. Les élancemens de la grenouille intacte furent au nombre de 14 pendant les mêmes 30 minutes, celle-ci mettoit seulement la pointe du museau et les narines hors de l'eau; elle s'élevoit avec vîtesse, mais elle n'étoit pas grande; au lieu que la grenouille privée de ses poumons s'élançoit avec vivacité et mettoit toute la tête hors

de l'eau ; elle faisoit voir ainsi qu'elle avoit besoin de mettre une plus grande partie de son corps en contact avec l'air. Quelquefois un moment après s'être plongée sous l'eau, elle laissoit échapper deux bulles d'air par la plaie.

Mais pourquoi la grenouille privée de ses poumons avoit-elle plus besoin de prendre de l'air nouveau que la grenouille intacte ? On comprend bien qu'elle ne pouvoit plus en avoir un magasin dans ses poumons que je lui avois ôté, aussi la grenouille intacte pouvoit rester plus long-temps sous l'eau, parce qu'elle avoit ses poumons, et qu'elle pouvoit y garder l'air qu'elle avoit pris à la surface de l'eau ; ce n'étoit que lorsque l'air qu'elle avoit inspiré avoit subi une altération dans les poumons, qu'elle venoit respirer à la surface pour éviter le mal-aise que l'air altéré lui causoit.

J'ai dit qu'entre les derniers élancemens de la grenouille privée de ses poumons pour venir à la surface de l'eau, il y eut un intervalle de 3 minutes, je la retirai alors de l'eau parce qu'elle me parut prête à périr, et véritablement elle étoit presqu'immobile, elle le devint même tout-à-fait ; mais après avoir été exposée 10 minutes à l'air libre, elle reprit sa vivacité, et je la vis continuellement sautiller.

Il paroît donc clairement que ce n'est pas la seule privation des poumons qui avoit réduit cette grenouille à cet état de foiblesse si voisin de la mort où elle étoit, mais encore la difficulté de prendre assez souvent l'air neuf pour remplir ses besoins ; aussi dès qu'elle fut exposée à l'air libre, elle fut plus à son aise et elle retrouva sa vivacité.

La température étoit de 20°; je l'ouvris encore et je fus parfaitement sûr que ses poumons avoient été bien coupés.

§ LXVI.

Cette expérience devenoit ainsi toujours plus instructive; je résolus de la pousser encore plus loin.

Je pris trois vases pleins d'eau et ouverts; je mis dans chacun de ces vases sous l'eau une grenouille égale en volume et semblable à tous égards aux deux autres; une d'elles fut placée dans chacun des deux autres vases; mais ces grenouilles différèrent entre elles par les différences que je leur donnai. Une d'elles avoit ses poumons pleins d'air, la seconde avoit ses poumons vidés de l'air qu'ils contenoient, et la troisième fut privée de ses poumons par le retranchement que j'en fis; je retins ces trois grenouilles sous l'eau, par le moyen d'un poids attaché à une de leurs jambes.

Ces trois grenouilles, pendant la première heure, firent de temps en temps des efforts pour venir respirer à la surface de l'eau; elles se reposèrent ensuite, renouvelèrent leurs efforts, enfin elles restèrent tranquilles. L'expérience dura 29 heures.

Je retirai au bout de ce temps-là les deux grenouilles qui avoient leurs poumons; je les trouvai également vives, mais la grenouille qui étoit sans poumons me parut périe, ce qui ne devroit point paroître étonnant, à cause de la plaie que je lui avois faite, pour enlever ses poumons, de l'eau entrée dans son corps et d'une partie du foie sortie par l'ouverture.

Cette expérience montre que ce mal-aise que les grenouilles retenues sous l'eau éprouvent, et qui les force à venir respirer l'air, se fait sentir également aux grenouilles privées de leurs poumons, comme à celles qui en ont, ou qui les ont eu vidé de l'air qui y avoit été; de sorte que l'on ne peut pas dire rigoureusement, que ce mal-aise provienne de l'air qui manque dans le poumon, ou de l'air qui s'y seroit altéré par le séjour qu'il y auroit fait, mais plutôt par la privation du gaz oxygène qui ne peut s'introduire par la surface du corps. Je conclurai donc que la privation seule de l'air dans le poumon n'augmente ni ne diminue beaucoup la vivacité des grenouilles.

§ LXVII.

Je ne regardai point cette recherche comme finie, je voulois rendre mes conclusions plus frappantes.

Je mis sous un récipient contenant 138,71 centimètres cubes, ou 7 pouces d'eau, rempli parfaitement, et renversé sur son ouverture dans un autre vase plein d'eau, une grenouille intacte; je mis de la même manière sous un autre récipient plein d'eau et de la même capacité une autre grenouille privée de ses poumons; je plaçai ces récipiens sur mon fourneau à une température de 18°, les grenouilles étoient égales en volume et semblables.

Au bout d'une demi-heure, ces grenouilles me parurent mortes, je les retirai de leur clôture.

La grenouille privée de ses poumons étoit véritablement morte, celle qui avoit ses poumons revint à la vie; je vis ses poumons se gonfler et se dégonfler.

Il sembleroit donc que les poumons concourent au retour à la vie de ces grenouilles prêtes à périr par la submersion, mais ce retour à la vie pourroit bien n'être pas produit par le concours seul des poumons, il pourroit être encore l'effet de l'action de l'air sur la peau. Il conviendroit de répéter cette expérience à une autre température (1).

§ LXVIII.

J'avois soupçonné que l'entrée de l'eau et de l'air dans le corps des grenouilles que j'avois privé de leurs poumons pouvoit être une cause de leur mort quand elles étoient submergées, ou quand elles respiroient à l'air libre ; je ne pensai peut-être pas d'abord assez à cet inconvénient, que la plaie rendoit inévitable ; je cherchai donc à le prévenir par un autre moyen ; je liai les mandibules de la bouche des grenouilles avec une petite ficelle, de manière que leur respiration fût tout-à-fait suspendue ; je fis cette opération sur quatre individus, et je plaçai chacun d'eux dans un vase plein d'air commun, fermé par l'eau ; je voulus voir si dans cet état ils absorberoient le gaz oxygène.

Ces grenouilles vivoient au bout de 48 heures, et il y eut dans l'air de leurs récipiens du gaz oxygène absorbé, et du gaz acide carbonique produit.

J'ouvris deux de ces grenouilles ; l'une d'elles avoit un de ses poumons vidé d'air, et l'autre gonflé ; une avoit les deux poumons vidés d'air et le ventricule gonflé.

---

(1) *Note de l'Editeur.* Cette expérience est une des dernières faites par Spallanzani.

Je laissai encore deux de ces mêmes grenouilles sous leurs récipiens pendant 24 heures, je les trouvai vivantes ; elles avoient absorbé tout le gaz oxygène et produit une grande quantité d'acide carbonique.

J'ouvris ces deux grenouilles : une d'elles avoit les poumons vidés d'air, et l'autre en avoit un à demi-gonflé. Je cherchai si l'air du poumon pouvoit communiquer avec l'extérieur et l'intérieur du corps, afin de m'assurer si elles avoient eu la bouche parfaitement close, mais je ne pus jamais faire sortir l'air resté dans le poumon de celle qui en étoit à moitié rempli, lorsque je le comprimai avec mes doigts ; je le vis toujours former le même gonflement quand je cessai cette compression ; il étoit donc bien démontré que la ligature que j'avois faite à la bouche de la grenouille l'avoit rigoureusement fermée ; par conséquent cette expérience est une répétition de celle des grenouilles que j'ai privé de leurs poumons, et elle a produit les mêmes résultats.

Cette conclusion paroissoit juste, elle ne l'étoit pourtant pas, et heureusement je cherchai quel étoit le degré de solidité qu'elle pouvoit avoir ?

Je pris une grenouille fraîchement pêchée et très-vive, je l'ouvris ; un de ses poumons étoit gonflé d'air ; je le comprimai, et je ne pus point le dégonfler en le pressant de haut en bas et de bas en haut, comme j'avois fait au poumon de la grenouille qui avoit eu les mandibules liées ; je faisois bien courir l'air vers le col de la grenouille ; mais quand la

pression cessoit, le poumon restoit gonflé comme il l'avoit été auparavant. Je répétai diverses fois cette expérience sur plusieurs grenouilles très-saines, et j'eus toujours le même résultat; je vis même, en augmentant la pression sur le poumon, que le poumon se déchiroit et que l'air sortoit par la déchirure plutôt que par la bouche.

§ LXIX.

Contrarié de cette manière dans mes vues, j'imaginai un nouveau moyen d'empêcher la respiration des grenouilles à qui j'avois ôté les poumons; je coupai en croix la partie intérieure de la mandibule inférieure; il me sembla que j'avois ainsi rempli mon but, je vis alors sortir l'air inspiré par la plaie de la grenouille, j'entendis le bruit que l'air faisoit en s'échappant, et j'aperçus les bulles d'air qui fuyoient.

Je fis donc à deux grenouilles l'opération d'arracher leurs poumons et celle de couper en croix la partie intérieure de la mandibule inférieure; je coupai toute cette mandibule à deux autres grenouilles. De sorte que ces quatre grenouilles ne pouvoient plus respirer, parce qu'elles étoient privées de leurs poumons, et parce qu'elles avoient supporté l'opération cruciale de la mandibule inférieure.

Je laissai dans l'air les grenouilles qui avoient souffert les deux opérations, et je mis dans le même temps deux grenouilles intactes dans le gaz hydrogène; j'en mis quatre sans mandibules inférieures et sans poumons sous un autre récipient plein d'air commun; de manière qu'elles ne touchassent pas

le fond du vase fermé par l'eau. Je les laissai en expérience pendant 9 heures.

Je trouvai les deux grenouilles qui avoient subi les deux opérations, et qui étoient restées à l'air, très-vives 10 heures après ces cruels traitemens; tandis que les grenouilles intactes placées dans le gaz hydrogène étoient péries.

Ces grenouilles étoient cependant également privées de la respiration; les premières par la suppression des organes respirateurs, les secondes parce qu'elles étoient dans un milieu qui n'étoit pas propre à la respiration; elles devoient donc mourir ensemble si la respiration seule avoit produit leur vie : il faut donc, ou que le gaz hydrogène leur cause quelque dérangement particulier, ou que le gaz oxygène absorbé par la surface de leurs corps favorise la prolongation de leur vie.

Les quatre grenouilles sans mandibules inférieures et sans poumons mises sous un vase contenant de l'air commun vivoient encore au bout de 9 heures, et absorbèrent du gaz oxygène, puisque l'air où elles étoient fut diminué.

Il faut donc conclure que ces grenouilles qui ne pouvoient respirer vécurent plus long-temps dans l'air commun que dans le gaz hydrogène, parce qu'elles absorbèrent dans le premier le gaz oxygène par la surface de leur corps, et certes il ne sauroit y en avoir une autre cause.

§ LXX.

En observant du haut en bas la mandibule infé-

rieure d'une grenouille, je vis qu'en coupant toute la mandibule, l'ouverture qui donne passage à l'air n'est point altérée, parce que la glotte est plus basse; elle se trouve au fond d'une fente longitudinale qui s'ouvre et se ferme par la volonté de la grenouille; un peu au-dessous on découvre le commencement de l'œsophage; j'introduisis un tube dans la glotte, et en soufflant je gonflai les poumons; cette remarque me fit prendre la résolution de faire encore ces expériences d'une autre manière.

§ LXXI.

J'ôtai les poumons à cinq grenouilles; je détruisis avec les ciseaux le canal qui porte l'air dans leurs poumons; en ouvrant la bouche de ces grenouilles je vis bien que tous les organes respirateurs avec leurs dépendances étoient anéantis; je mis alors ces grenouilles sous un récipient contenant de l'air commun et fermé par l'eau.

Je mis sous un récipient de la même capacité, contenant de l'air commun, cinq grenouilles intactes égales et semblables aux cinq précédentes, et je le fermai de même par l'eau.

J'observai alors que l'air se diminuoit également sous ces deux récipiens, et que les grenouilles *intactes* produisoient sur l'air le même effet que les grenouilles *mutilées*. Dans les deux cas la diminution fut plus grande pendant le premier jour que pendant le second, quoique la température eût été dans le premier jour de $8^{\circ}\frac{1}{2}$ et dans le second de $9^{\circ}\frac{1}{3}$.

Les grenouilles *mutilées* vivoient encore, comme

les *intactes*, au bout de 3 jours; il restoit au moins une des premières qui étoit encore en vie, mais elle étoit prête à mourir.

L'air avoit perdu presque tout son gaz oxygène dans les deux récipiens, et il étoit chargé d'acide carbonique.

Il se fit sur la fin de l'expérience un abaissement du niveau de l'eau produit par l'azote qui s'échappa hors de ces animaux.

On voit donc ici que les organes respirateurs des grenouilles servent peu à l'absorption du gaz oxygène et à la production de l'acide carbonique, puisque la diminution de l'air a marché du même pas sous les deux récipiens; il faut donc recourir à une autre cause, et je ne puis en voir d'autre que l'organe cutané et les intestins.

Si l'absorption du gaz oxygène a été moindre dans le second jour que dans le premier, cela peut venir ou de ce que les forces de l'animal ont diminué, ou de ce que la quantité du gaz oxygène est moindre, ou de ce que l'animal s'en est saturé.

§ LXXII.

J'ai dit précédemment que les intestins de l'animal pourroient influer sur l'absorption qu'ils font du gaz oxygène; c'est donc encore une question qu'il falloit examiner par l'expérience.

Pour y parvenir, j'ôtai les poumons à quatre grenouilles en leur laissant leurs intestins; je laissai à quatre autres leurs poumons; mais je leur ôtai les intestins; je les mis sous des récipiens qui contenoient

la même quantité d'air commun, je les laissai 30 heures dans cet état.

Il y eut d'abord absorption du gaz oxygène dans les deux cas, et production d'acide carbonique; mais l'absorption du gaz oxygène fut plus grande sous le récipient où les grenouilles avoient conservé leurs poumons.

Au bout de 30 heures les grenouilles sans poumons vivoient encore; à la vérité, elles étoient moribondes, mais les grenouilles qui *n'avoient que leurs poumons* étoient péries.

Enfin toutes ces grenouilles avoient absorbé presque tout le gaz oxygène, et produit l'acide carbonique avec l'azote.

On voit donc encore clairement qu'il faut conclure de cette expérience par toutes les raisons rapportées précédemment, que la peau absorbe le gaz oxygène.

§ LXXIII.

Je continuai cet examen qui me paroissoit toujours plus intéressant.

Je mis deux grenouilles à qui *j'avois ôté le cœur et les poumons*, et dont j'avois même aussi soutiré tout le *sang* autant qu'il fut possible, sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure, elles y restèrent 9 heures.

J'essayai l'air au bout de ce temps-là, et je trouvai que ces grenouilles avoient absorbé 10° de gaz oxygène qu'elles avoient produit 6° d'acide carbonique et 4° d'azote.

Je répétai l'expérience de la même manière sur une autre grenouille, et après avoir essayé l'air, je trouvai que la grenouille avoit absorbé 15° de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 5° d'acide carbonique avec 2° d'azote.

§ LXXIV.

Comme je savois par des expériences que j'avois faites autrefois, que les grenouilles vivent encore quelque temps après avoir été scrupuleusement *privées de leur sang*, je voulus chercher l'influence des grenouilles privées de leur sang sur l'air où elles pourroient être placées, mais il falloit comparer cet effet avec celui qui seroit produit par les *grenouilles intactes*.

Pour remplir ce but je mis sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure, une grenouille *privée de tout son sang*, je disposai de la même manière une grenouille *intacte*, et je les laissai ainsi pendant 9 heures.

Au bout de ce temps, la grenouille *privée de son sang* étoit périe depuis quelques momens, comme je pus m'en apercevoir. J'en essayai l'air et je trouvai que cette grenouille avoit absorbé 10° de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 6° d'acide carbonique.

La grenouille *intacte* avoit absorbé 16° de gaz oxygène et produit 11° d'acide carbonique.

Tout ce que l'on peut conclure de cette expérience et de celles que j'ai faites sur les salamandres,

c'est que les grenouilles *intactes* absorbent plus de gaz oxygène et produisent plus d'acide carbonique que les grenouilles *privées de leur sang*; mais ceci même peut être équivoque, parce que les grenouilles privées de leur sang meurent plus tôt que les autres.

§ LXXV.

Pour prévenir cette équivoque, j'ai répété l'expérience de la même manière à tous égards, après avoir coupé le cœur à la grenouille que j'ai voulu priver de son sang, et en épiant le moment où elle seroit prête à mourir.

Elle vécut pendant $\frac{3}{4}$ d'heure, alors j'examinai l'air où elle avoit été renfermée, et je trouvai que cette grenouille privée de son sang, comme la grenouille intacte, avoit absorbé 2° de gaz oxygène.

Pour rendre ces résultats plus sûrs, il auroit fallu que la grenouille privée de son sang vécût plus long-temps dans cet état; de sorte qu'il est difficile d'établir à présent quelque chose de certain sur ce sujet.

§ LXXVI.

Toutes les expériences précédentes m'avoient confirmé cette vérité capitale, que la peau étoit un des moyens de l'organisation animale pour absorber le gaz oxygène. Je voulus encore rechercher s'il n'y auroit pas d'autres preuves de cette vérité qui fussent plus directes. Il me vint dans l'esprit d'intercepter le contact de l'air avec la peau d'une grenouille vivante par quelques couches d'un vernis à l'esprit-de-vin dont je pourrois couvrir l'animal.

Cette grenouille vernie devint à l'instant stupide et mourut sans convulsions au bout de 35 minutes.

Je vernis de même une grenouille écorchée qui mourut plus vîte; cependant une grenouille simplement écorchée vivoit encore au bout de 4 heures.

Nous avons vu qu'une grenouille sans poumons vivoit plus long-temps dans l'air qu'une grenouille sans poumons dans un gaz méphytique, et nous avons remarqué que la grenouille sans poumons restée dans l'air commun absorboit par la peau le gaz oxygène, qui concouroit à lui conserver la vie, tandis que la grenouille sans poumons dans un gaz méphytique étoit privée de cet avantage. On ne peut pourtant pas dire que la grenouille sans poumons périt dans les gaz méphytiques, parce qu'elle ne sauroit s'y débarrasser du carbone surabondant qu'elle peut avoir; puisque le gaz acide carbonique s'échappe de cet animal dans ces gaz eux-mêmes, et puisqu'on le trouve avec assez d'abondance; il faut donc que la grenouille y meure plus tôt, parce qu'elle y est privée du gaz oxygène que sa peau pouvoit absorber et lui fournir. Cela étant donc, pourquoi la grenouille vernie est-elle morte si vîte? Il me semble que le vernis empêche non-seulement l'absorption du gaz oxygène, mais encore la sortie de l'acide carbonique; et si la grenouille écorchée et vernie meurt de même, c'est encore parce que le gaz oxygène pris par la peau ne pénètre pas l'animal, et parce que l'acide carbonique qui sort de l'animal s'échappe par la peau elle-même, et que sa sortie est interceptée par le vernis.

§ LXXVII.

Après toutes ces recherches, il s'en présenta une nouvelle à mon esprit qui pouvoit être fort importante, c'étoit la comparaison de ce qui arriveroit à une grenouille écorchée avec les destinées d'une grenouille sans poumons; il me sembloit que je devois trouver dans cette expérience un moyen pour estimer mieux l'action de la peau sur le gaz oxygène et celle des poumons avec celle de la peau.

Je pris donc trois récipiens contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun et fermés par le mercure; avant leur clôture je mis dans l'un une grenouille *intacte*, ou plutôt j'avois deux récipiens qui renfermoient chacun une grenouille intacte, je mis sous un autre récipient une autre grenouille *écorchée*, enfin je plaçai sous deux récipiens semblables une grenouille *sans poumons* seule dans chacun d'eux, et je les laissai pendant 8 heures dans cet état; ce fut après que ce temps se fut écoulé que je fis l'essai de l'air où ces grenouille avoient été.

Une grenouille *intacte* avoit absorbé 18° de gaz oxygène et produit 7° d'acide carbonique: elle étoit morte. La seconde grenouille *intacte* étoit vivante, elle avoit absorbé 13° de gaz oxygène et produit 7° d'acide carbonique.

La grenouille *écorchée* étoit vivante, elle absorba 17° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique.

La première grenouille *sans poumons* étoit vivante, elle absorba 15° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et pro-

duisit $0^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique. La seconde grenouille *sans poumons* étoit vivante, elle absorba 17° de gaz oxygène et 3° d'azote, elle produisit 4° d'acide carbonique.

Il résulte donc de ces expériences, que les grenouilles *intactes*, ou avec leurs poumons, absorbent plus de gaz oxygène que celles qui en sont privées; par conséquent que les poumons en absorbent nécessairement une partie; mais on voit aussi que le corps de ces animaux en absorbe plus que leurs poumons.

Il reste encore quelques doutes sur l'absorption du gaz azote.

Enfin comme cette expérience est fort importante, je dois observer que ces cinq grenouilles venoient d'être pêchées, qu'elles étoient semblables, et qu'elles avoient le même volume.

§ LXXVIII.

Je répétai cette expérience avec quelques variétés, mais j'employai les mêmes moyens, je réunis les mêmes circonstances, et je laissai ces grenouilles dans leurs appareils pendant 9 heures. Les grenouilles étoient petites, et j'avois choisi les mâles par les raisons que j'ai déjà données.

La grenouille *intacte* absorba 17° de gaz oxygène, et produisit $6^{\circ}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique et 9° d'azote. Une autre grenouille *intacte* absorba 18° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique. Ces deux grenouilles étoient péries.

Une grenouille *sans poumons* absorba 16° de gaz oxygène, produisit 4° d'acide carbonique et ab-

sorba 4° d'azote. Une autre grenouille *sans poumons* absorba 15° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, 4° $\frac{1}{2}$ d'azote, et produisit 6° d'acide carbonique. Une troisième grenouille *sans poumons* absorba 18° de gaz oxygène, 2° d'azote, et produisit 4° d'acide carbonique.

Ces trois grenouilles *sans poumons* étoient vivantes et très-vives.

Cette expérience fournit les mêmes résultats que les précédentes, et rend probable l'absorption du gaz azote par les grenouilles sans poumons.

§ LXXIX.

Pendant le même temps, je mis sous des tubes fermés par le mercure et contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, une grenouille fraîchement tuée par la destruction de la moëlle épinière; elle n'altéra pas l'air d'une manière que l'on puisse presque appeler sensible. On voit donc comment l'action vitale influe sur l'absorption du gaz oxygène.

Je mis sous un récipent semblable et dans les mêmes circonstances une grenouille à qui je coupai la tête et les jambes après lui avoir ôté les entrailles et l'avoir écorchée, elle absorba 4° de gaz oxygène, 2° d'azote, et produisit 4° d'acide carbonique.

Il paroît donc que le tronc nu d'une grenouille absorbe le gaz oxygène et l'azote, et qu'il produit de même l'acide carbonique; mais leur quantité est bien moindre que celle qui est absorbée et produite par la grenouille vivante. En finissant ce mémoire, je m'occuperai plus particuliérement de l'influence des grenouilles mortes sur le gaz oxygène.

§ LXXX.

Il résulte bien clairement de toutes ces expériences, que les grenouilles produisent de l'acide carbonique; qu'il se produit même sans la présence du gaz oxygène, lorsqu'on les place dans les gaz hydrogène et azote; il étoit donc important de savoir encore si les alimens pris par ces animaux influeroient sur la production qu'elles font de l'acide carbonique.

J'avois depuis 10 jours des grenouilles qui n'avoient pas mangé, on m'en apporta qui étoient fraîchement pêchées, entre lesquelles, il y en eut de la même espèce et du même volume que celles qui étoient à jeun. Je choisis deux grenouilles *à jeun* et deux qui me parurent *bien repues;* je mis chacune d'elles sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou 1 pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et fermé par le mercure; je les y laissai 9 heures.

Je voulois voir d'abord si les grenouilles qui viennent de prendre leurs alimens donnent plus d'acide carbonique que celles qui sont à jeun, et si l'opinion de Lavoisier et de ceux qui pensent que l'acide carbonique du sang vient des alimens est fondée; cette question a beaucoup d'importance quand on traite le sujet de la respiration.

J'essayai l'air des quatre récipiens.

Dans le premier récipient une grenouille *fraîchement pêchée* absorba 17° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique et 5° d'azote; elle étoit morte.

Dans le premier récipient contenant la grenouille

à jeun, cette grenouille absorba presque tout le gaz oxygène, ou presque les 20°; elle produisit 4° d'acide carbonique et point d'azote.

Dans cette première expérience la grenouille *fraîchement péchée et repue* a donné plus d'acide carbonique que celle qui étoit *à jeun*.

Dans le second récipient une *grenouille fraîchement péchée* absorba 16° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique et 3° d'azote.

Dans le second récipient une grenouille *à jeun* absorba 16° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et produisit 3° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Cette seconde expérience faite dans les seconds récipiens cadre fort bien avec celle qui a été faite dans les premiers récipiens. La grenouille pâturée a produit plus d'acide carbonique que celle qui étoit à jeun. La grenouille pâturée a produit de l'azote, et celle qui étoit à jeun n'en a point donné. La grenouille pâturée dans la première expérience a absorbé plus de gaz oxygène que l'autre, mais dans la seconde expérience celle-ci en a absorbé davantage.

J'ai voulu m'assurer que les grenouilles fraîchement pêchées étoient bien repues, et j'ai bien vu que leurs estomacs étoient pleins de vers de terre qui commençoient à se réduire en bouillie; les intestins contenoient cette bouillie elle-même, où les vers réduits à un état de dissolution. Dans les grenouilles à jeun depuis 10 jours, l'estomac et les intestins étoient vides, l'estomac même sembloit s'être retiré comme les intestins qui étoient devenus blanchâtres.

§ LXXXI.

Je n'ai encore rien dit de l'influence du froid sur ces animaux, et en particulier de leur état léthargique; ce sujet curieux va faire l'objet de ces recherches; et pour suivre l'ordre que je me suis prescrit, je parlerai d'abord de la chaleur extérieure et intérieure que les grenouilles peuvent faire remarquer.

Pour remplir ce but, la température de l'air extérieur étant de $0^{\circ}\frac{1}{2}$, j'introduisis dans l'estomac d'une grenouille léthargique la boule d'un thermomètre, je la laissai $\frac{1}{4}$ d'heure, et le thermomètre indiqua 2°; j'appliquai le thermomètre sur le dos, et au bout d'un quart-d'heure il indiqua $0^{\circ}\frac{1}{2}$; la chaleur de la grenouille auroit donc été de $1^{\circ}\frac{1}{2}$ supérieur à celle de l'atmosphère.

Je répétai l'expérience avec une grenouille sans poumons, et je trouvai sa chaleur égale à celle de l'atmosphère; mais comme l'air pouvoit pénétrer dans le corps de la grenouille par l'incision que je lui avois faite, cette expérience ne sauroit être regardée comme concluante.

§ LXXXII.

La température étoit plus douce; j'introduisis par la bouche la boule d'un thermomètre dans l'estomac d'une grenouille, il y resta pendant une heure, le thermomètre avec la grenouille étoient dans une direction verticale, je fis aussi la même expérience dans la direction horizontale de la grenouille et du thermomètre, le mercure indiqua toujours la même température au-dedans de la grenouille; hors de cet

animal, la température fut toujours de $5^{\circ}\frac{1}{2}$, mais à l'air libre le thermomètre indiqua aussi toujours $4^{\circ}\frac{2}{3}$; par conséquent la chaleur de l'air fut toujours environ d'un tiers de degré moindre que celle de la grenouille. C'est ainsi qu'en cherchant la température des grenouilles au-dessus du point de la glace, celle de la grenouille est un peu supérieure à celle de l'atmosphère.

§ LXXXIII.

Je répétai encore toutes ces expériences; l'objet étoit important, il falloit l'établir avec solidité.

Je fis donc cette expérience sur une grenouille léthargique; le thermomètre dans l'air étoit à 0°, celui que je plongeai dans l'estomac de la grenouille et qui y resta quelque temps monta à $0^{\circ}\frac{3}{4}$; la chaleur intérieure de la grenouille fut donc de $\frac{3}{4}$ de degrés supérieure à celle de l'air.

Mais dans une autre occasion le thermomètre dans l'air étant à $0^{\circ}\frac{3}{4}$ le thermomètre ne s'éleva pas plus haut dans l'estomac de la grenouille.

Enfin je répétai cette expérience sur une grosse grenouille, pendant une demi-heure, la température fut de 5° dans l'estomac de la grenouille comme en plein air. Cette grenouille commençoit à devenir léthargique; je ne m'aperçus pas qu'elle eût respiré pendant tout le temps de l'expérience.

§ LXXXIV.

Je mis deux grenouilles en vie dans une température de -2°, au bout de 2 heures $\frac{1}{3}$ elles furent durcies par le gel. Leurs jambes commencèrent à geler et le reste du corps gela ensuite.

Les grenouilles ne gèlent point quand elles éprouvent dans l'eau, dans la glace ou sous la neige, un froid qui fait descendre le mercure du thermomètre à 0°.

J'ai vu souvent que les grenouilles complétement gelées ne reprennent pas la vie en se dégelant; je fis dégeler une grenouille qui avoit passé une nuit à la température de — 2°, elle fut complétement morte.

J'ai ouvert des grenouilles gelées; j'ai trouvé des glaçons entre la peau et les muscles; j'en ai trouvé dans le thorax; mais l'estomac et les intestins étoient très-mols.

§ LXXXV.

J'ai tenu des grenouilles ensevelies sous la glace pendant $\frac{5}{4}$ d'heure au mois de juin, je les tirai de là, elles ne donnèrent pas alors le moindre signe de vie, lors même que je les agitois ou que je les plaçois sur le dos, mais au bout de quelque temps elles s'éveillèrent et se mirent à fuir.

§ LXXXVI.

Comment donc les grenouilles passent elles de leur état de vie à celui de léthargie? Je cherchai à le voir pour pouvoir le décrire.

Je mis deux grenouilles dans un vase plein d'eau; je les transportai dans un lieu dont la température étoit de — 2°: je vis aussitôt l'eau qui commençoit à se geler: les grenouilles au fond du vase y restèrent immobiles, mais en agitant l'eau elles se mouvoient encore; l'eau continua de se geler et les grenouilles conservèrent leur immobilité, quoiqu'elles fussent

enveloppées d'une eau gelée ; ensuite les glaçons se rapprochèrent d'elles et elles gelèrent.

On voit ainsi que les grenouilles donnent des signes de léthargie d'autant plus grands que l'eau se refroidit davantage.

§ LXXXVII.

Un jour que le ciel étoit serein et la température de l'air extérieur de $-1^{\circ}\frac{1}{5}$, je mis sur le plan de ma fenêtre une grenouille sortant d'une température de 2°, elle étoit immobile. Je m'aperçus bientôt qu'elle sentoit l'impression du froid. Avant de mettre cette grenouille sur la tablette extérieure de la fenêtre, elle remuoit encore le corps sans presque changer de place ; ensuite elle resta immobile, et quand je la touchois elle s'agitoit un peu, mais quand elle fut sur la fenêtre, elle commença à s'agiter, à remuer les membres, à faire quelques pas ; ensuite elle se ramoncela sur elle-même et plaça la tête sous son corps, enfin elle étendit ses membres et s'alongea.

Il paroît donc qu'il y a un degré de froid ou une action du refroidissement des grenouilles qui les tire de leur léthargie au lieu de les y faire tomber.

§ LXXXVIII.

Je voulus approfondir les effets du froid sur les grenouilles, et en particulier chercher comment il agissoit sur la circulation du sang et la respiration, je commençai par étudier les effets du froid sur la circulation.

La température étoit de -5°, je mis sur la tablette de ma fenêtre trois petites grenouilles parfaitement égales et semblables.

La première resta peu de temps exposée à ce froid; cependant ses jambes étoient gelées, et la surface de la peau commençoit aussi à geler; après avoir été dégelée elle reprit la vie. J'ouvris le thorax de cette grenouille, je trouvai le mouvement du cœur très-vif, et en gonflant un des poumons j'aperçus un reste de circulation. Je coupai la tête à cet animal, je détruisis avec une aiguille la moëlle épinière, il éprouva une contraction universelle, mais elle ne fut pas si forte que dans une grenouille qui n'avoit pas été gelée et qui eut la tête coupée comme la précédente.

Une seconde grenouille fut exposée assez long-temps à la température de — 5° elle y devint discrétement durcie; mais je la fis dégeler ensuite, et elle me montra son cœur qui battoit encore; je détruisis sa moëlle épinière comme dans l'expérience précédente, mais les convulsions qu'elle éprouva furent moindres encore que celles qui furent éprouvées par la grenouille dont je viens de parler.

La troisième grenouille, gelée davantage que la précédente quoiqu'elle ne le fût pas totalement, donna quelques signes de vie après avoir été dégelée, mais elle n'ouvrit pas les yeux et ne fit aucun mouvement; j'observai quelque mouvement de la respiration et des jambes postérieures; je l'ouvris, les battemens du cœur étoient foibles, et lorsque je détruisis la moëlle épinière, les mouvemens convulsifs furent à peine sensibles.

Une quatrième et une cinquième grenouilles restèrent exposées à la température de — 4° jusqu'à ce

qu'elles fussent pleinement gelées même sous la poitrine; je les fis dégeler, le cœur et l'oreillette étoient noirs par l'abondance du sang qui les remplissoit, ils battoient régulièrement quoique les battemens fussent très-lents. Le cœur placé horizontalement relevoit sa pointe à chaque pulsation; cependant quand je détruisis la moëlle épinière de cette grenouille, elle ne fit pas le moindre mouvement; elle n'en avoit point fait quand je l'ouvris, elle conserva la plus parfaite immobilité, et elle perdit toute espèce de sensibilité, quoique la circulation du sang se soutînt encore.

Pendant que je faisois ces observations, je laissai la cinquième grenouille sur le fourneau; elle m'offrit les mêmes phénomènes que la quatrième, à l'exception des battemens du cœur, qui finirent pendant que j'observai la quatrième.

§ LXXXIX.

Les grenouilles respirent-elles à une basse température? C'est encore une question qu'il me falloit résoudre.

Je renfermai deux grenouilles sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun; elles y restèrent 12 heures pendant la nuit hors de la fenêtre, où la température fut d'abord de $1^{\circ}\frac{1}{2}$, et où elle baissa le matin jusques à -2°.

Je fis l'essai de l'air, et je trouvai que ces grenouilles qui étoient encore vivantes avoient absorbé 12° de gaz oxygène et produit 2° d'acide carbonique;

l'absorption auroit été bien plus grande, elle auroit même été totale à une plus haute température: cependant cette expérience prouveroit que les grenouilles léthargiques absorbent le gaz oxygène.

J'ai dit bien souvent que l'absorption du gaz oxygène par les animaux à sang froid étoit proportionnelle à l'élévation de la température; mais ce fait ne dérange point cette loi; puisque deux grenouilles semblables à la température de 10°, et même à une moindre, auroient absorbé tout le gaz oxygène de cette quantité d'air; ce fait montre seulement que l'absorption se prolonge dans les grenouilles à une température fort basse.

§ XC.

Enfin je fus curieux de voir comment se comporteroit une grenouille plongée sous l'eau à une basse température.

Je plongeai donc sous l'eau une grenouille dans un vase contenant 812,48 centimètres cubes, ou 41 pouces cubes d'eau, à la température de 1° jusqu'à 0° $\frac{1}{2}$: la vie de cet animal y sera-t-elle respectée? Y vivra-t-elle quoiqu'elle ne puisse communiquer avec l'air?

Je vis quelquefois cette eau qui commençoit à geler et la grenouille continuer d'y vivre: je l'ai vue vivre dans cette eau et à cette température pendant sept jours sans avoir été léthargique, sans faire aucun mouvement pour venir respirer à la surface de l'eau; j'aurois pu me dispenser de la tenir fixée au fond par un poids attaché à une de ses jambes; au bout de ces sept jours, elle étoit pleine de vie quoiqu'elle eût

infailliblement péri dans un seul jour à une température plus haute.

J'ouvris cette grenouille ; son cœur étoit rouge noir, il battoit régulièrement, et lorsque je détruisis la moëlle épinière, il n'y eut qu'une de ses cuisses qui se contractât pendant un moment ; elle avoit donc conservé encore quelques traces de sensibilité.

J'ai vu des grenouilles vivre ainsi sous l'eau pendant 60 heures, à la température de $4^{\circ}\frac{1}{2}$; mais comme la température étoit plus élevée, elles avoient aussi besoin d'une quantité d'air plus grande pour y respirer.

§ XCI.

Enfin je voulus voir l'effet du froid sur les grenouilles privées de leurs poumons, en le comparant avec celui qui seroit produit sur les grenouilles fraîchement tuées.

J'exposai dans 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun, une grenouille *sans poumons*, à la température de 3 à 4°, elle y resta 26 heures.

Cette grenouille absorba $16^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit $0^{\circ}\frac{1}{2}$ de gaz acide carbonique.

Une grenouille *avec ses poumons fraîchement tuée*, exposée à la même température que la précédente, pendant le même temps, dans la même quantité *d'air*, absorba 9° de gaz oxygène.

Il paroît donc qu'une grenouille sans poumons, mais vivante, absorbe par la surface de son corps à une basse température plus de gaz oxygène que la grenouille morte.

En faisant ces expériences j'eus l'occasion de remarquer que les grenouilles absorbent alors à cette température basse le gaz oxygène que le phosphore brûlant ne peut absorber.

§ XCII.

En faisant mes expériences sur la destruction de la moëlle épinière des grenouilles, je fis une observation qui m'a paru mériter quelqu'attention.

Un jour je détruisis la moëlle épinière de quelques grenouilles avec un fer introduit dans l'épine du dos; elles me parurent un moment péries; elles avoient perdu le mouvement et la sensibilité. Je savois bien que le cœur continuoit encore à battre après cette opération, et que le sang circuloit; j'avois fait autrefois plusieurs expériences de ce genre. Je voulus les répéter de la même manière, et j'ai vu qu'un jour entier après la destruction de la moëlle épinière le cœur battoit encore, et que le sang circuloit; à la vérité ce double mouvement se faisoit avec lenteur.

Cette expérience apprend donc que la circulation du sang dans un animal peut se faire au moins pour un temps, indépendamment de la vie de l'animal, et qu'il peut de même avoir la vie pendant quelques heures sans cœur et sans sang, comme je l'ai déjà prouvé pour les salamandres. La circulation qui subsiste après la mort se ralentit toujours, ou le nombre des pulsations devient plus petit dans un temps donné; ce qui dépend de la vie ou plutôt du gonflement des nerfs dans les muscles.

Je liai l'aorte à des salamandres qui vécurent néan-

moins quelque temps et qui conservèrent le sentiment, quoique la circulation fût arrêtée.

Les grenouilles dont j'avois détruit la moëlle épinière ne vivoient plus au bout de 24 heures, mais leur cœur battoit encore un peu.

§ XCIII.

Après avoir suivi ce qui regardoit l'absorption du gaz oxygène par les grenouilles vivantes, il me convenoit de chercher celle qui seroit produite par les grenouilles mortes, afin de pouvoir mieux juger ce que le poumon, ou la respiration proprement dite pouvoit en absorber.

J'avois mis sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce et demi cube d'air commun, une grenouille au commencement du printemps; c'étoit encore le temps où elle n'avoit pas recommencé de manger; le récipient étoit fermé par le mercure, et la grenouille qui y resta 24 heures périt avant l'expiration de ce temps-là.

J'essayai l'air et je trouvai que la grenouille avoit absorbé $15^{o}\frac{1}{2}$ de gaz oxygène, et qu'elle avoit produit $5^{o}\frac{1}{2}$ d'acide carbonique avec $1^{o}\frac{1}{2}$ d'azote.

Je répétai cette expérience avec une grenouille semblable et de la même manière, mais je laissai la grenouille dans cet état pendant 52 heures, la grenouille y étoit périe aussi avant l'expiration de ce temps-là.

J'essayai l'air et je trouvai que la grenouille avoit absorbé 19° de gaz oxygène et qu'elle avoit produit 9° d'acide carbonique et 9° d'azote.

Il m'a donc paru que l'on pouvoit en conclure que le gaz azote commence à se produire après la mort, puisqu'on le voit s'augmenter à mesure que le cadavre reste dans l'air.

§ XCIV.

Je renfermai pourtant la même grenouille de la précédente expérience sous le même récipient fermé par le mercure et contenant la même quantité d'air commun.

J'essayai cet air au bout de 24 heures, la grenouille morte avoit absorbé 12° de gaz oxygène, elle produisit 10° d'acide carbonique, et il n'y eut aucune altération dans le gaz azote de l'air commun qui resta le même quant à sa quantité.

Je replaçai encore cette grenouille de la même manière sous le même récipient avec la même quantité d'air, où je la laissai 24 heures; au bout de ce temps-là cette grenouille commençoit à se pourrir.

Elle avoit encore absorbé 12° de gaz oxygène et produit 10° d'acide carbonique, sans causer aucune altération dans l'azote de l'air commun.

§ XCV.

Cette expérience me fit naître l'idée de voir, si les grenouilles fraîchement tuées absorberoient autant de gaz oxygène que les grenouilles à demi-pourries.

Je mis une grenouille *fraîchement tuée* sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun et fermé par le mercure; je disposai un autre récipient de la même manière pour faire une double expérience. Je fis une disposition pareille avec deux grenouilles *à demi pourries*,

j'en mis une sous chaque récipient, elles y restèrent pendant 17 heures, et j'en examinai l'air.

La grenouille *fraîchement tuée* absorba 11° de gaz oxygène et produisit 1° d'acide carbonique.

La grenouille *à demi pourrie* absorba 15° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

La grenouille *fraîchement tuée* absorba 11° de gaz oxygène et produisit 1° d'acide carbonique.

La grenouille *à demi pourrie* absorba 16° de gaz oxygène et produisit 5° d'acide carbonique.

Je regarde cette expérience comme capitale, aussi je l'ai répétée un très-grand nombre de fois, et j'ai toujours trouvé que les grenouilles fraîchement tuées absorbent moins de gaz oxygène et produisent moins d'acide carbonique que les grenouilles qui commencent à se pourrir.

§ XCVI.

Il falloit pousser l'expérience plus loin pour avoir une démonstration plus solide de la conclusion que j'ai tirée des expériences précédentes.

Je fis donc des expériences parallèles, en établissant une comparaison entre des grenouilles fraîchement tuées et des grenouilles tout-à-fait pourries ; je les disposai de la même manière, mais au lieu de faire durer l'expérience pendant 17 heures elle en dura seulement six, parce que si je l'avois prolongée tout le gaz oxygène auroit été bientôt absorbé. J'essayai donc l'air au bout de 6 heures.

La grenouille *fraîchement tuée* absorba 5° de gaz oxygène.

La grenouille *pourrie* absorba 17° de gaz oxygène.

Il ne reste donc plus de doute sur l'influence des grenouilles putréfiées pour absorber le gaz oxygène.

§ XCVII.

Pour mieux juger les produits aériformes de la pourriture, et rendre les expériences précédentes plus instructives, je pensai de faire ces expériences autrement.

Je coupai une grenouille en morceaux ; je la mis ainsi dans un flacon fermant avec un bouchon usé à l'émeri, contenant de *l'air commun*, et renversé sur son col dans un vase plein d'eau. Je mis dans un autre flacon égal et semblable au précédent une autre grenouille coupée en morceaux, il étoit rempli de *gaz hydrogène* ; je fis la même chose dans un flacon plein de *gaz azote*. Tous les flacons étoient de la même capacité et les grenouilles avoient toutes le même volume. La température pendant l'expérience fut de $1^{\circ}\frac{1}{2}$ à 4° ; je la choisis parce qu'elle ne favorise pas la putréfaction. L'expérience dura 11 jours, après lesquels j'essayai l'air des 3 flacons.

La grenouille dans *l'air commun* avoit absorbé 12° de gaz oxygène et produit 12° d'acide carbonique.

La grenouille dans le *gaz hydrogène* avoit produit 7° d'acide carbonique.

La grenouille dans le *gaz azote* avoit produit 9° d'acide carbonique.

Ces expériences apprennent donc, que les grenouilles mortes donnent l'acide carbonique dans une température qui ne favorise pas la putréfaction, et qu'elle y est moindre dans les gaz méphytiques que

dans une atmosphère où le gaz oxygène se trouve comme dans l'air commun.

Je trouvai la chair de ces trois grenouilles saine, sans odeur et aussi blanche que dans l'état naturel. Cependant à une température de 20 à 25°, cette chair se pourrit dans un jour, et donne toutes les apparences d'une pourriture complète; j'en ai eu la preuve sur mon fourneau, où une grenouille mise dans un flacon de la même capacité que ceux de l'expérience précédente, avec la même quantité d'air commun, absorba dans quelques heures les 12° de gaz oxygène absorbés par la grenouille dont je viens de parler, dans 11 jours, à une température plus basse.

§ XCVIII.

Mais une grenouille pourrie absorbera-t-elle plus ou moins de gaz oxygène qu'une grenouille vivante?

Pour résoudre cette question curieuse, je pris deux grenouilles, l'une vivante et saine, l'autre pourrie et sentant fort mauvais; je mis chacune d'elles sous un récipient contenant 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun, je les laissai dans cet état pendant 12 heures. Les deux grenouilles étoient aussi égales en volume qu'il étoit possible de les trouver.

La grenouille *vivante* absorba 18° de gaz oxygène.

La grenouille *pourrie* absorba 9° de gaz oxygène.

Je refis cette expérience de la même manière avec deux grenouilles et avec deux tanches, j'eus encore des résultats semblables.

Il est bien sur que l'augmentation de l'absorption

du gaz oxygène croît avec l'augmentation de la pourriture, mais il n'arrive jamais que dans le même temps un animal mort et pourrissant absorbe autant de gaz oxygène que ces mêmes animaux lorsqu'ils sont en vie.

§ XCIX

Enfin il falloit voir ce qui arriveroit, si j'employois dans ces expériences des grenouilles réduites en bouillie par la pourriture.

Je pris donc deux grenouilles dans cet état de pourriture ; je mis chacune d'elles dans un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri, contenant 49,53 centimètres cubes, ou 2 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun ; la grenouille étoit coupée en morceaux. Je disposai de même dans 2 flacons une grenouille fraîchement tuée, dont il y en avoit une qui fut aussi coupée en morceaux; tous ces flacons étoient de la même capacité que les précédens ; je les laissai pendant 13 heures dans l'intérieur de mon fourneau qui n'étoit pas fort chaud.

La grenouille *tout-à-fait pourrie* absorba 6° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique ; l'air s'échappa avec sifflement hors du flacon quand je le débouchai.

La grenouille *fraîchement tuée* absorba 4° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

La seconde *grenouille tout-à-fait pourrie* absorba 12° de gaz oxygène et produisit 12° d'acide carbonique.

La seconde grenouille *fraîchement tuée* absorba 6° de gaz oxygène et produisit 6° d'acide carbonique.

Il est donc bien prouvé que l'augmentation de la

putréfaction des grenouilles accroît l'absorption du gaz oxygène et la production de l'acide carbonique.

§ C.

Mais comme nous avons vu que les grenouilles vivantes et vernies absorbent moins de gaz oxygène que celles qui ne l'étoient pas, § LXXVIII, je voulus voir encore si une grenouille morte et vernie en absorberoit moins qu'une grenouille morte sans vernis ; ceci pouvoit être une nouvelle démonstration de l'absorption du gaz oxygène par la peau.

Je mis donc sous un récipient contenant 39,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun fermé par l'eau, une petite grenouille vernie ; je disposai de même une grenouille semblable et morte sous un autre récipient contenant la même quantité d'air commun, et je les y laissai pendant 20 heures.

J'essayai l'air et je trouvai que la grenouille morte *non vernie* avoit absorbé 13° de gaz oxygène, et que la grenouille morte *vernie* en avoit seulement absorbé 4°.

Il paroît donc que le vernis mis sur la peau est un obstacle à l'absorption du gaz oxygène, parce qu'il lui en ôte le contact.

§ CI.

La chaleur influe-t-elle sur l'absorption du gaz oxygène par les animaux morts ? C'étoit encore une autre circonstance que je ne devois pas négliger dans cette recherche, et je profitai du froid de l'hiver pour faire cette expérience, afin d'avoir une échelle de degrés de chaleur plus étendue.

Je pris donc 6 grenouilles mortes; je plaçai chacune d'elles sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun fermé par le mercure. Je plaçai deux de ces récipiens sur ma fenêtre; la température étoit alors de 1°, mais un peu après l'eau qui servoit de clôture aux récipiens commença à geler, le matin le thermomètre étoit à — 3°, toute l'eau et les grenouilles étoient gelées.

Je mis deux autres récipiens sur mon fourneau.

Je plaçai deux autres récipiens dans le fourneau.

L'expérience dura 10 heures, et elle me fournissoit, aussi bien qu'il étoit possible, le moyen de voir si à la température de 0° et au dessous les grenouilles mortes absorbent le gaz oxygène, et si cette absorption croît en même raison que la chaleur.

La grenouille morte *enfermée dans le fourneau* absorba 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 2° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La grenouille morte *placée sur le fourneau* absorba 6° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique.

La grenouille morte *exposée à la température de l'air extérieur entre* 1° *et* — 3°, absorba 6° de gaz oxygène et produisit 2° d'acide carbonique, mais la seconde grenouille absorba seulement 4° de gaz oxygène.

Ces expériences prouvent donc que l'absorption du gaz oxygène suit jusques à un certain point la raison de la température, et qu'à celle qui est au dessous de 0°, les grenouilles mortes absorbent encore le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique, comme je l'ai fait voir pour les grenouilles vivantes.

§ CII.

Si les grenouilles pourrissantes absorbent le gaz oxygène, les débris de ces animaux formés par la pourriture l'absorberoient-ils de même? Ou plutôt les élémens de ces animaux décomposés par l'eau agiroient-ils aussi sur l'air? Cette question étoit importante, et sa solution devenoit indispensable dans cette recherche.

J'avois dans un vase de l'eau qui s'étoit pourrie, ou qui avoit contracté la pourriture des grenouilles pourries qu'elle recouvroit; elle avoit une couleur d'ambre; on y voyoit flotter les débris de ces grenouilles, et son odeur étoit insupportable. Je couvris ce vase avec un autre contenant 69,35 centimètres cubes, ou 3 pouces $\frac{1}{2}$ cubes d'air commun, je le laissai pendant 72 heures fermé par l'eau pure sur mon fourneau. Cette eau ou plutôt les matières qu'elle recouvroit et qui y flottoient, absorbèrent 15° de gaz oxygène et produisirent 3° d'acide carbonique. Je n'ai pas pu apercevoir s'il y avoit eu du gaz azote produit.

Il paroît donc que ces grenouilles, à ce degré de décomposition et réduites en très-petites parties, conservent la faculté d'absorber le gaz oxygène.

§ CIII.

Cette expérience étoit capitale et ses résultats bien importans; je voulus la confirmer en la variant; je remplis donc un flacon fermé par un bouchon usé à l'émeri, avec cette eau dans laquelle les grenouilles étoient pourries, mais qui étoit chargée des petits débris de ces animaux décomposés, de manière qu'il y eût 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces

cubes d'air commun ; je plaçai sur mon fourneau ce flacon renversé sur son col dans un vase plein d'eau, et je le laissai pendant 4 jours dans cet état.

J'essayai l'air au bout de ce temps, et je vis que cette eau avoit absorbé 19° de gaz oxygène, qu'il s'étoit produit 7° d'acide carbonique, et que le gaz azote étoit resté le même.

§ CIV.

J'ai vu que l'eau où il y avoit eu des grenouilles pourrissantes et qui commençoit à peine à se troubler se pourrissoit tout-à-fait lorsqu'elle étoit séparée des grenouilles ; qu'elle absorboit alors le gaz oxygène et produisoit l'acide carbonique comme dans l'expérience précédente.

En observant cette eau, je vis surnager de petites lames très-fines, blanches et à demi-transparentes ; si on les touchoit avec les doigts, on les trouvoit sans fermeté ; l'eau avoit seulement conservé une foible odeur de pourriture pendant les cinq jours que dura cette expérience qui fut, à quelques égards, comme je l'ai dit, semblable à celle que je viens de raconter.

§ CV.

Cela me fit penser à voir si les grenouilles mortes tenues sous l'eau gâteroient l'air placé sur l'eau qui les recouvriroit ; mais pour rendre cette recherche plus intéressante, il falloit examiner ce qui arriveroit en même temps à l'air qui recouvriroit l'eau où des grenouilles vivantes seroient retenues plongées. La température fut entre 5° et 8°.

Je tins plongées 4 grenouilles vivantes sous 2,16 décimètres, ou 8 pouces d'eau recouverte par 158,53

centimètres cubes, ou 8 pouces cubes d'air commun, pendant 24 heures ; je tins de même plongées sous l'eau 4 grenouilles fraîchement tuées, sous un appareil disposé d'une manière semblable.

Les grenouilles *vivantes* périrent au bout de 22 heures, et l'air qui recouvroit l'eau n'avoit souffert aucune altération ; l'air qui avoit recouvert les 4 grenouilles *fraîchement tuées* resta rigoureusement ce qu'il étoit.

Je pensai que cet air s'étoit conservé dans sa pureté parce que la température avoit été trop basse.

Je répétai l'expérience en y changeant trois circonstances qui ont pu la faire manquer ; 1.° la température, je plaçai donc les récipiens sur le fourneau ; 2.° la quantité d'eau qui recouvroit les grenouilles, je la réduisis à 1,08 décimètre, ou 4 pouces ; 3.° le volume de l'air qui recouvroit l'eau, que je réduisis à 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube. J'arrangeai de cette manière un récipient où je mis deux grenouilles fraîchement tuées, je laissai ainsi cet appareil pendant 24 heures.

J'essayai l'air et je trouvai que ces *grenouilles fraîchement tuées* avoient absorbé 4° de gaz oxygène et qu'elles avoient produit 3° d'azote.

On voit donc que les grenouilles mortes absorbent sous l'eau le gaz oxygène de l'air qui la recouvre.

§. CVI.

J'ai déjà eu l'occasion de faire voir en passant qu'une grenouille morte produit moins d'acide carbonique dans les gaz hydrogène et azote que dans l'air commun. Ce fait important méritoit d'être vérifié et suivi.

Dans l'expérience que je vais raconter, toutes les conditions furent égales, hors celle du milieu où je plaçai les grenouilles mortes. En jugeant le résultat de l'expérience avant de l'avoir faite, et d'après celles que j'ai rapportées dans cet ouvrage, comme d'après le raisonnement, il sembloit qu'il devoit y avoir plus d'acide carbonique produit dans l'air commun que dans les gaz hydrogène et azote, parce que, avec le gaz acide carbonique que l'animal auroit produit, il pouvoit y avoir encore celui qui devoit être formé par la combinaison du gaz oxygène de l'air commun avec le charbon de l'animal; c'est bien ce que l'on devoit croire, mais ce n'a pas été ce que l'expérience a appris.

Je mis une grenouille coupée en morceaux dans un flacon fermé avec un bouchon usé à l'émeri, et contenant 59,64 centimètres cubes, ou 2 pouces cubes d'air commun; je mis une autre grenouille coupée en morceaux dans un flacon semblable, contenant la même quantité de gaz hydrogène; enfin je mis une troisième grenouille dans le même état que les précédentes, dans un flacon contenant la même quantité de gaz azote; ces grenouilles restèrent ainsi pendant 4 jours sur mon fourneau.

Quand je tirai le bouchon sous l'eau du flacon où étoit *l'air commun*, il ne s'en échappa qu'une petite quantité sans bruit, cependant dans la précédente expérience il s'en étoit échappé une grande abondance, parce qu'alors l'air commun n'avoit pas été détruit et qu'il l'étoit dans ce moment où je trouvai 19° de gaz oxygène absorbé et 27° d'acide carbonique

produit, qui étoient sortis sûrement de l'animal lui-même, puisque dans le flacon du gaz hydrogène, je trouvai 27° d'acide carbonique et 25° dans le flacon du gaz azote; cependant l'acide carbonique produit dans ces deux derniers gaz n'a pu trouver, ni dans l'un ni dans l'autre, le gaz oxygène nécessaire pour sa formation.

§ CVII.

La température influera-t-elle sur l'absorption du gaz oxygène que les grenouilles mortes et fraîchement tuées peuvent en faire ? Il étoit bien important de résoudre encore cette question pour sentir la nécessité de marquer la température dans la répétition de la plupart de ces expériences.

Je fis ces expériences sous des récipens contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air fermé par le mercure, où je mis des grenouilles semblables et égales, et où je les tins pendant 3 heures les unes à une température de 15 à 16°, les autres à celle de 7° $\frac{1}{2}$.

La grenouille morte à *la température de* 15 *à* 16° absorba 7° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La grenouille morte *à la température de* 7° $\frac{1}{2}$ absorba 4° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène.

Il est donc décidé qu'une grenouille morte absorbe plus de gaz oxygène à une température plus élevée qu'à une plus basse.

§ CVIII.

Je fus curieux de voir si la lumière auroit quelque influence sur l'absorption du gaz oxygène par les

grenouilles mortes; cela devenoit d'autant plus intéressant que j'avois vu que la lumière ne contribue pas à faire pourrir les substances animales; cependant je n'avois rien aperçu qui me fît soupçonner que la lumière directe ou réfléchie influât sur l'absorption du gaz oxygène par les animaux.

Je profitai donc d'une belle journée pour savoir si la lumière influeroit sur l'absorption du gaz oxygène par les grenouilles mortes; j'exposai pour cela au soleil sous un récipient fermé par le mercure et contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun, une grenouille fraîchement tuée; j'en exposai de même une autre dans la même quantité d'air sous un récipient recouvert par un carton qui garantissoit le récipient de l'action immédiate du soleil; au bout de la journée je fis l'examen des deux airs.

La grenouille morte avoit absorbé sous le récipient *découvert* qui étoit resté tout le jour en plein soleil, 6° de gaz oxygène et avoit produit 2° d'acide carbonique.

La grenouille morte avoit absorbé sous le récipient *couvert* 10° de gaz oxygène, et produit 2° d'acide carbonique. Il étoit donc arrivé le contraire de ce que j'attendois, puisque la grenouille à l'obscurité avoit absorbé plus de gaz oxygène qu'à la lumière vive.

Je répétai le lendemain la même expérience de la même manière, sur les mêmes grenouilles, qui restèrent exposées l'une sous le récipient découvert, l'autre sous le récipient couvert d'un carton; de sorte que chacune de ces grenouilles fut deux jours de suite dans les mêmes circonstances.

La grenouille morte qui avoit été sous le *récipient découvert* absorba 16° de gaz oxygène et produisit 11° de gaz acide carbonique.

La grenouille morte qui avoit été sous le *récipient couvert* absorba 14° de gaz oxygène et produisit 7° d'acide carbonique.

Seroit-ce donc par accident que la conclusion de l'expérience précédente a été contraire à celle-ci ? Je l'ignore, mais il me semble qu'il y a une raison plus naturelle pour croire la conclusion de la dernière, puisque les substances exposées aux rayons immédiats du soleil doivent avoir éprouvé une chaleur plus considérable et avoir par conséquent absorbé une plus grande quantité de gaz oxygène (1).

§ CIX.

Les grenouilles sans poumons sont plus rapprochées des grenouilles mortes que des intactes ; elles offrent à l'air la même surface, et elles ne font pas circuler l'air dans leurs poumons; de sorte que les comparaisons que l'on peut établir entr'elles peuvent aussi montrer les différentes altérations que leurs états différens

(1) *Note de l'Éditeur.* J'avois prouvé dans mes *Mémoires physico-chimiques*, publiés en 1782, que la lumière retardoit la putréfaction des substances végetales et animales ; j'avois fait mes expériences dans des vases ouverts, et je n'avois point pensé à les faire dans des vases clos, pour juger de l'influence de ces substances sur l'air, mais les expériences de Spallanzani n'infirment point les miennes, 1.° parce que voici deux expériences en sens opposé ; 2.° parce que l'action d'une chaleur plus vive, telle qu'elle est sous les vases clos, change les circonstances ; 3.° parce qu'il n'y a rien dans ces expériences qui fasse juger des progrès de la pourriture.

peuvent produire sur l'air. Je pensai donc qu'il étoit nécessaire de refaire ces expériences, et pour les rendre plus frappantes je les fis non-seulement dans l'air commun mais encore dans le gaz oxygène.

Je choisis des récipiens contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air, je remplis les uns d'air commun et les autres de gaz oxygène; je mis dans chacun d'eux une seule grenouille, ou intacte, ou privée de ses poumons, ou morte; elles furent enfermées par l'eau; la température fut de 9°. Je laissai ces grenouilles sous ces récipiens pendant 19 heures, et au bout de ce temps-là je fis l'essai de l'air.

La grenouille *vivante et intacte* dans *l'air commun* absorba 19° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit $\frac{1}{2}$ degré d'acide carbonique qui ne fut pas absorbé par l'eau.

La grenouille *vivante et intacte* dans le *gaz oxygène* en absorba 60°, et produisit 2° d'acide carbonique qui ne fut pas absorbé par l'eau.

La grenouille *vivante et sans poumons* dans *l'air commun* absorba tout le gaz oxygène, et ne produisit point d'acide carbonique qui resta dans l'air, parce qu'il fut entièrement dissous par l'eau. Cette grenouille vivoit encore.

La grenouille *vivante et sans poumons* dans le *gaz oxygène* en absorba 60°, elle étoit vivante.

La grenouille *morte* dans *l'air commun* absorba tout le gaz oxygène et prodnisit 2° d'acide carbonique.

La grenouille *morte* dans le *gaz oxygène* en absorba 30° et produisit 3° d'acide carbonique.

Il résulte de ces expériences: 1.° qu'une grenouille *intacte* dans le gaz oxygène absorbe 42° de plus de

gaz oxygène que dans l'air commun ; qu'une grenouille *vivante sans poumons* en absorbe 40° de plus que dans l'air commun, et qu'une grenouille *morte* en absorbe seulement 10° au-delà;

2.° Que ces trois grenouilles dans leurs différens états ont absorbé dans l'air commun à peu près la même quantité de gaz oxygène.

Je dois rappeler ici que l'on voit dans cette suite d'expériences l'influence manifeste de la peau sur l'absorption du gaz oxygène, par l'absorption que les grenouilles sans poumons et mortes en ont faite; on y remarque de même, comme je l'ai déjà montré, ce que peut l'action de la vie pour produire cet effet.

§ CX.

Je répétai encore cette suite d'expériences, mais au lieu de laisser ces grenouilles pendant 19 heures renfermées sous leurs récipiens, je les y tins seulement pendant 9 heures, et j'observai scrupuleusement les mêmes conditions dans la préparation de cette expérience que celles que j'avois suivies dans la précédente, mais je me bornai aux grenouilles mortes.

Une grenouille morte dans *l'air commun* absorba 6° de gaz oxygène et produisit 1° d'acide carbonique.

Dans le gaz *oxygène* elle en absorba 18°, et produisit 1° d'acide carbonique.

Une grenouille morte dans *l'air commun* absorba 5° de gaz oxygène et produisit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Dans le *gaz oxygène* elle en absorba 7° $\frac{1}{2}$ et produisit 1° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

On voit donc que les grenouilles mortes absorbent

le gaz oxygène; qu'elles en absorbent plus dans ce gaz que dans l'air commun, et qu'il est impossible de déterminer la quantité de ces absorptions, quoique les grenouilles eussent le même volume et que toutes les circonstances fussent semblables.

§ CXI.

Quand on a vu la quantité de gaz oxygène absorbé par les grenouilles, on peut croire que ces animaux sont peut-être à cet égard distingués des autres, et il est au moins curieux de s'en assurer. C'est ce que je fis par les expériences suivantes.

Je mis une grenouille fraîchement tuée sous un récipient contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air commun fermé par l'eau, je la laissai ainsi pendant 10 heures avant d'essayer l'état de l'air où elle avoit été renfermée.

Cette *grenouille* avoit absorbé 14° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique.

Une autre *grenouille* dans le même état et dans le même temps absorba 13° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 1° d'acide carbonique.

Lorsque je fis cette expérience, je pris un morceau de la chair d'une *caille* morte depuis un jour; ce morceau de chair étoit égal en volume à une de ces grenouilles, je le mis de même sous un récipient dans la même quantité d'air commun, et au bout de 10 heures j'essayai l'air du récipient.

Ce morceau de la chair de la *caille* avoit absorbé 9° de gaz oxygène et produit 1° d'acide carbonique.

Un autre morceau semblable de la chair de cette

caille absorba 2° de gaz oxygène, et produisit 1° d'acide carbonique.

Il paroîtroit donc que la chair d'un animal à sang chaud absorbe moins de gaz oxygène que celle des animaux à sang froid.

§ CXII.

Je répétai cette expérience d'une autre manière.

Je plaçai une grenouille fraîchement tuée sous un récipient fermé par le mercure, et contenant 19,81 centimètres cubes, ou un pouce cube d'air. Je mis de la même manière un *passereau* appelé *folghetta* en Lombardie fraîchement tué, avec ses plumes, dans les mêmes circonstances, sous un récipient contenant aussi la même quantité d'air commun; j'en mis de même un autre semblable mais sans plumes; ils étoient le double plus gros que la grenouille, ou la grenouille avoit un volume la moitié plus petit que celui de chacun de ces passereaux. Je les laissai 25 heures en expérience.

Au bout de ce temps-là, j'essayai l'air où avoit été la *grenouille*, elle y avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit 6° d'acide carbonique.

Le *passereau avec ses plumes* avoit seulement absorbé 8° de gaz oxygène et produit 8° d'acide carbonique.

Le *passereau dépouillé de ses plumes* absorba 14° de gaz oxygène, mais je ne fis l'expérience du passereau dépouillé de ses plumes qu'après celle où il avoit eu ses plumes, c'est-à-dire, 25 heures après sa mort.

Quoiqu'il en soit, il paroît encore que les animaux à sang chaud absorbent moins de gaz oxygène par la peau que les animaux à sang froid.

§ CXIII.

Enfin il me sembla nécessaire de rechercher si la cuisson altéreroit l'organisation des grenouilles et changeroit leur influence sur l'air.

Pour faire cette expérience, je cuisis dans l'eau bouillante deux grenouilles fraîchement tuées; j'en mis une sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun, et une autre sous un récipient contenant la même quantité de gaz oxygène; je mis de la même manière une grenouille fraîchement tuée sous un récipient contenant la même quantité d'air commun; j'en mis une autre semblable de la même manière dans la même quantité de gaz oxygène. Les quatre récipiens furent fermés par le mercure; je les laissai de cette manière pendant 24 heures, et je fis ensuite l'analyse de ces différens airs.

La grenouille *cuite* mise dans *l'air commun* n'avoit presque point absorbé de gaz oxygène, elle n'avoit presque point produit d'acide carbonique, mais elle avoit fourni 2° d'azote.

La seconde grenouille *cuite* mise dans le *gaz oxygène* absorba 4° de gaz oxygène et produisit 4° d'acide carbonique.

La grenouille *fraîchement tuée* absorba *dans l'air* commun 10° $\frac{1}{2}$ de gaz oxygène et produisit 5° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

La grenouille *fraîchement tuée* dans le *gaz oxygène* en absorba 28° et produisit 11° d'acide carbonique.

Ces expériences sont bien instructives, elles montrent qu'une grenouille désorganisée par l'action du feu n'absorbe presque plus de gaz oxygène, mais que cette absorption s'accroît dans ce gaz ; on voit ici par conséquent que dans tous les cas une grenouille fraîchement tuée et qui n'est pas cuite, absorbe plus de gaz oxygène que celle qui a été cuite.

§ CXIV.

J'ai fait une foule d'expériences sur les grenouilles réduites en morceaux et exposées dans différens gaz et à divers degrés de chaleur, comme je les ai déjà racontées ; elles correspondent parfaitement avec tout ce que j'ai déjà dit ; aussi je les passe sous silence parce qu'elles n'ajouteroient rien à ce que j'ai déjà prouvé.

§ CXV.

J'ai tenu pendant 10 minutes le sang d'une grenouille à qui j'avois coupé la tête dans le *gaz oxygène*, il y devint d'un rouge vif, quoique le sang des grenouilles soit dans *l'air* plutôt noir que rouge.

Je fis tomber sur un papier blanc du sang de grenouilles qui avoient respiré le *gaz oxygène*, le papier fut peint d'un rouge vif, tandis que le sang des grenouilles restées dans *l'air commun* laissèrent sur le papier une couleur d'un rouge obscur.

Enfin les taches d'un rouge vif faites par le sang des grenouilles qui avoient respiré le gaz oxygène noircirent à l'air.

Le sang des grenouilles plongées sous *l'eau* pendant 10 minutes est d'un rouge obscur.

§ CXVI.

Après toutes les expériences que j'ai faites pour établir l'absorption du gaz oxygène par les grenouilles, indépendamment de leurs poumons, il étoit bien simple d'imaginer que la peau de ces animaux, qui est en contact avec l'air, devoit avoir la propriété d'absorber le gaz oxygène; en voyant ainsi cet effet sous ce point de vue, c'étoit démontrer encore d'une autre manière celui que j'avois déjà établi de tant de façons différentes; aussi je cherchai à prouver par des expériences directes l'absorption du gaz oxygène par la peau des grenouilles.

J'écorchai huit grenouilles, j'en mis 4 peaux sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube de gaz oxygène fermé par le mercure; j'en mis 4 autres sous un récipient contenant la même quantité d'air commun et fermé de même, je les laissai de cette manière pendant 52 heures.

Les quatre peaux de ces grenouilles qui étoient petites, pouvoient être égales à celles de deux grosses grenouilles.

Les quatre peaux mises dans *le gaz oxygène* en absorbèrent 39°, et produisirent 21° $\frac{1}{2}$ d'acide carbonique.

Les quatre peaux égales aux précédentes mises dans *l'air commun*, en absorbèrent tout le gaz oxygène, ou les 20°; elles produisirent 20° d'acide carbonique et 10° d'azote.

Il est bien probable qu'il y eut dans le gaz oxygène la même production d'azote; mais je ne voulus pas enflammer le phosphore dans mon eudiomètre par la crainte de le briser.

Il paroît donc que les peaux des grenouilles absorbent une grande quantité de gaz oxygène, et produisent beaucoup d'acide carbonique et d'azote.

§ CXVII.

Dans tout ce que j'ai dit sur les grenouilles, je n'ai point parlé des têtards ou des fœtus de ces grenouilles, il étoit pourtant curieux de savoir s'ils absorberoient le gaz oxygène comme les œufs des autres animaux dont j'ai parlé.

Je pris des têtards très-petits encore, attachés à l'enveloppe de l'œuf, au moins je ne les distinguai pas; j'en fis entrer sous des récipiens à demi-pleins d'eau, la moitié de l'un d'eux étoit rempli d'air commun qui recouvroit l'eau; dans un autre cette partie étoit du gaz oxygène, dans un troisième c'étoit du gaz azote.

Dans les deux récipiens, où *l'air commun* et le *gaz oxygène* recouvroient l'eau, les têtards se développèrent fort bien, et je les vis nager dans tous les deux avec la même vivacité, je ne trouvai pourtant dans le même temps aucune différence dans leur taille.

Je mis ensuite de la même manière, dans trois récipiens disposés comme les précédens, dirai-je, des œufs de têtards, ou ces têtards encore dans la liqueur de l'amnios, pour voir ce qui leur arriveroit.

Ces têtards se développèrent dans les trois tubes, ils prirent de l'accroissement et nagèrent sous les récipiens à moitié remplis *d'air commun* et de *gaz oxygène*; mais ceux qui étoient sous le récipient à moitié plein *d'azote* périrent dès le moment de leur naissance.

Si l'on réunit ces deux expériences, on voit que les jeunes têtards n'ont pas besoin dans le sein de leur mère d'avoir du gaz oxygène extérieur pour vivre, puisqu'ils y sont dans la liqueur de l'amnios, et qu'ils ne respirent point alors, c'est pour cela qu'ils commencent à se développer dans le gaz azote, mais ils y périssent dès qu'ils sont nés, parce qu'ils commencent à respirer; on voit au moins alors le mouvement des appendices de leurs branchies; ils se développent aussi dans l'air commun et le gaz oxygène; ils vivent même quelque temps sous ces récipiens, parce qu'ils n'ont alors besoin que d'une petite quantité de gaz oxygène.

§ CXVIII.

J'eus quelques grenouilles de l'espèce *rana arborea*, Lin., que ce naturaliste définit *corpore levi, subtus punctis contiguis tuberculato, pedibus fissis, unguibus orbiculato dilatatis. System. nat. XII.*

Gmelin l'a peinte ainsi : *Rana, pedibus fissis, palmis tetradactylis, plantis pentadactylis, habitat in Europa et America sub foliis arborum muco limacis instar obducta, mucus in fauces quasi revocans, colorem non raro chameleontis more mutans, gulam maximopere inflando pluvia instante, et amplexus præsertim tempore altissimam vocem edit, subtus albens, utroque latere linea flava curva.*

§ CXIX.

Je mis une de ces grenouilles sous un récipient contenant 29,71 centimètres cubes, ou un pouce $\frac{1}{2}$ cube d'air commun fermé par le mercure; j'en mis

une autre fraîchement tuée en la frappant contre terre sous un récipient pareil et contenant la même quantité d'air, elles y restèrent 28 heures. J'essayai ensuite l'air où ces deux grenouilles vertes avoient été.

La grenouille *vivante* avoit absorbé tout le gaz oxygène et produit 10° d'acide carbonique, elle étoit périe depuis quelques heures.

La grenouille *morte* avoit absorbé 14° de gaz oxygène, elle avoit produit 8° d'acide carbonique et 3° $\frac{1}{2}$ d'azote.

§ CXX.

Il résulte de ces expériences et de ces observations :

1.° Que les grenouilles pendant l'hiver vivent sous la terre et qu'elles y sont plus ou moins léthargiques.

2.° Qu'elles ont besoin d'humidité pour vivre.

3.° Qu'elles absorbent le gaz oxygène dans les vases clos, y produisent l'acide carbonique, et laissent en périssant du gaz oxygène qu'elles n'ont pas absorbé.

4.° Elles respirent le gaz hydrogène sans l'altérer dans leurs poumons, et y périssent plus tôt que dans l'air commun, elles ne respirent pas l'acide carbonique qui les tue.

5.° Elles périssent plus tôt sous l'eau que dans des vases clos pleins d'air.

6.° Elles vivent aussi long-temps sous l'eau que dans le gaz hydrogène.

7.° Elles perdent leur irritabilité dans l'eau bouillante, à l'exception du cœur.

8.° Elles donnent de l'acide carbonique dans l'eau de chaux où on les plonge.

9.° L'air contenu dans leurs poumons perd son gaz oxygène.

10.° Les grenouilles donnent de l'acide carbonique dans les gaz hydrogène et azote.

11.° Les grenouilles privées de leurs poumons vivent encore assez long-temps, mais elles vivent ainsi plus long-temps à l'air que sous l'eau et dans le gaz hydrogène.

12.° Les grenouilles privées de leurs poumons absorbent le gaz oxygène.

13.° Une grenouille sans poumons vivante absorbe plus de gaz oxygène qu'une grenouille sans poumons qui seroit morte.

14.° Les grenouilles intactes et sans poumons dans le même temps donnent presque la même quantité d'acide carbonique dans l'air commun et le gaz hydrogène.

15.° Ces deux espèces de grenouilles absorbent presque la même quantité de gaz oxygène.

16.° L'absorption du gaz oxygène, par les grenouilles, paroît produite par l'organe cutané.

17.° Les grenouilles ont un moyen pour retenir l'air dans leur poumons.

18.° Les grenouilles peuvent vivre quelque temps sans intestins, sans cœur, sans sang, sans poumons et sans moëlle épinière, soit qu'on les prive séparément de ces organes, soit qu'on les prive de tous dans le même temps.

19.° Les grenouilles fraîchement repues donnent plus de gaz acide carbonique que celles qui ont subi un long jeûne.

20.° La chaleur intérieure des grenouilles n'est que très-peu supérieure à celle de l'atmosphère quand

la température n'est pas trop froide, alors elles deviennent léthargiques.

21.° Les grenouilles complétement gelées périssent.

22.° Les grenouilles léthargiques absorbent le gaz oxygène et produisent l'acide carbonique.

23.° Les grenouilles léthargique perdent leur irritabilité à l'exception de celle du cœur qui continue de battre.

24.° Les grenouilles léthargiques vivent sous l'eau sans respirer quoique leur cœur continue d'y battre.

25.° Un certain degré de froid réveille les grenouilles léthargiques.

26.° Le froid qui augmente accroît la léthargie des grenouilles.

27.° Les grenouilles respirent à une basse température.

28.° L'absorption du gaz oxygène par les grenouilles est proportionnelle à l'élévation de la température.

29.° Les grenouilles mortes et leurs fragmens absorbent le gaz oxygène, et produisent l'acide carbonique.

30.° Les grenouilles donnent pour l'ordinaire du gaz azote après la mort.

31.° Les grenouilles qui commencent à se putréfier absorbent plus de gaz oxygène que celles qui sont parfaitement pourries et moins que les grenouilles vivantes.

32.° Les grenouilles mortes donnent l'acide carbonique dans les gaz méphytiques.

53.° Les grenouilles mortes absorbent plus de gaz oxygène dans ce gaz que dans l'air commun.

54.° La chaleur augmente l'absorption du gaz oxygène par les grenouilles mortes.

55.° Le sang des grenouilles rougit dans le gaz oxygène.

56.° Les grenouilles cuites absorbent moins de gaz oxygène que celles qui ne le sont pas.

57.° La chair des animaux à sang froid absorbe plus de gaz oxygène que celle des animaux à sang chaud.

58.° Les têtards se développent et croissent dans l'eau recouverte d'air commun ou de gaz oxygène, ou de gaz azote, mais ils périssent d'abord après leur développement dans l'eau recouverte de gaz azote.

FIN DU PREMIER VOLUME.

TABLE

Des matières contenues dans cet ouvrage.

TOME PREMIER.

PRÉFACE, page jv

MÉMOIRE IV. De la respiration des vers de terre, 1

MÉMOIRE V. Sur la respiration des insectes, 13

CHAPITRE I. Sur la respiration des Chenilles, 15

CHAPITRE II. Des Chrysalides, 42

CHAPITRE III. Des Papillons, 58

CHAPITRE IV. Des Larves aquatiques, des Demoiselles et des Éphémères, 65

CHAPITRE V. Des Vers à queue de rat, 79

CHAPITRE VI. Des Vers longs, noirâtres et à anneaux, 88

CHAPITRE VII. Des Vers du cousin, 93

CHAPITRE VIII. Observations diverses sur quelques Mouches et les Sauterelles, 96

CHAPITRE IX. Sur les Sangsues, 116

CHAPITRE X. Des Écrevisses, 119

MÉMOIRE VI. Sur la respiration des Poissons, 130

MÉMOIRE VII. Sur les Serpens, 188

CHAPITRE I. Sur la Couleuvre à collier, 190

CHAPITRE II. Sur la couleuvre commune, 251

CHAPITRE III. Sur la Vipère, 265

MÉMOIRE VIII. Sur les Tortues, page 276
MÉMOIRE IX. Sur les Lézards,
CHAPITRE I. Sur les Lézards gris et verds, 288
CHAPITRE II. Sur les Salamandres, 296
MÉMOIRE X. Sur les Grenouilles, 356

TOME SECOND.

MÉMOIRE XI. Sur la respiration des Oiseaux, 1
MÉMOIRE XII. Sur l'Homme et quelques quadrupèdes, relativement à la respiration,
CHAPITRE I. De l'Homme, 28
CHAPITRE II. Des Quadrupèdes, 35
MÉMOIRE XIII. Sur la respiration des Chauve-souris, avec quelques traits particuliers de leur histoire,
INTRODUCTION, 68
CHAPITRE I. Description de quelques espèces de Chauve-souris, 77
CHAPITRE II. De la respiration des Chauve-souris, 127
CHAPITRE III. De la léthargie des Chauve-Souris, 142
MÉMOIRE XIV. Sur les Marmottes, 181
MÉMOIRE XV. Sur le Rat muscardin, 215
MÉMOIRE XVI. Sur les Loirs, 222
MÉMOIRE XVII. Sur les Hérissons, 237
RECHERCHES physiologico-chimiques sur la destruction de l'air par les animaux sans organes respirateurs, 245

RECHERCHES physiologico-chimique sur la destruction de l'air par les animaux morts, page 257,
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES sur la respiration, par l'Éditeur de cet ouvrage, 260
MÉMOIRE sur les Animaux léthargiques, par l'Éditeur de cet Ouvrage, 345

TOME TROISIÈME.

INTRODUCTION de l'Éditeur, 1
MÉMOIRE I. Les eaux du globe décomposent-elles l'acide carbonique? 5
MÉMOIRE II. Résultats généraux sur la quantité de l'air que les plantes renfermées dans l'air commun et dans l'eau peuvent fournir, 21
MÉMOIRE III. Sur les plantes exposées dans l'air et sous l'eau, au soleil et à l'ombre.
INTRODUCTION préliminaire nécessaire pour traiter ce sujet, 34
CHAPITRE I. Des plantes mises dans l'air et différens gaz, de diverses manières, 56
CHAPITRE II. Les plantes mises dans l'air et dans l'eau à la lumière et à l'obscurité, 80
CHAPITRE III. Phénomènes particuliers des plantes mises dans l'air, dans l'eau au soleil et à l'obscurité, 102
CHAPITRE IV. De l'influence des eaux chargées d'acide carbonique pour faire produire du gaz oxygène aux plantes que l'on y tient plongées, 130

CHAPITRE V. Des fleurs exposées au soleil dans l'air et sous l'eau, 171
CHAPITRE VI. Des fruits, des graines exposés au soleil dans l'air et dans l'eau, 186
CHAPITRE VII. Réflexions générales sur les sujets traités dans ce mémoire, 194
LETTRE de Spallanzani à M. Giobert sur ces matières, 201
LETTRES ET FRAGMENS DE LETTRES de Spallanzani à Senebier, et de Senebier à Spallanzani sur les mêmes sujets, 211
MÉMOIRE de l'Éditeur sur les expériences de Spallanzani relatives à l'air absorbé et produit par les plantes exposées à l'ombre et au soleil dans l'air et dans différens gaz, 265

Fin de la Table.

ERRATIC PAGINATION